

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the image display device which performs a desired image processing to the image data inputted, and displays an image. Based on the characteristic value of the image display device concerned, the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property is referred to. An image display device equipped with a 1st color correction means to perform desired color correction to said image data inputted, and a 2nd color correction means to perform desired color correction to said image data inputted with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment.

[Claim 2] The image display device with which it is an image display device according to claim 1, and said 1st color correction means is equipped with the rewriting means for rewriting the lattice point data of said three-dimension color correction table based on said characteristic value.

[Claim 3] The image display device it is [image display device] to be an image display device according to claim 1 or 2, and for the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means adjust a color temperature.

[Claim 4] The image display device it is [image display device] to be an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 3, and for the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means perform amendment to change of the brightness of exterior lighting.

[Claim 5] The image display device it is [image display device] to be an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 4, and for the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means perform amendment to change of the color of plane of projection.

[Claim 6] The image display device it is [image display device] to be an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 5, and for the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means perform amendment to change of the color of exterior lighting.

[Claim 7] The image display device which is an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 6, and is further equipped with the means for inputting said characteristic value.

[Claim 8] An image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 7 said whose image display device is a projector.

[Claim 9] The image display device which is an image display device given in claim 2 thru/or any 1 term of 8, and does not rewrite the lattice point data based on said rewriting means when said characteristic value is a characteristic group semi-value.

[Claim 10] Are the image-processing approach for the image data inputted into an image display device, and the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property is referred to based on the characteristic value of said image display device. The image-processing approach equipped with the 1st color correction process which performs desired color correction to said image data inputted, and the 2nd color correction process which performs desired color correction to said image data inputted with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment.

[Claim 11] It is a program for making a computer perform the image processing to the image data inputted into an image display device. Based on the characteristic value of said image display device, the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property is referred to. The 1st color correction processing which performs desired color correction to said image data inputted, The program for making a computer perform the 2nd color correction processing which performs desired color correction to said image data inputted with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment.

.....
[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the image display device, the image-processing approach, and program which perform desired color correction to an output image.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since a color reproduction field changes with classes of equipment in the case of image display devices, such as a projector, the color of a display image may change. In order to prevent this, it is common to perform processing called color matching which doubles the color property of an image processing system with the color property of a general CRT monitor.

[0003] Moreover, when using image display devices, such as a projector, even if an external environment changes, it is important that the image which the manufacturer meant is reproducible. Especially the thing for which a suitable color is reproduced if the case where the brightness of exterior lighting, a color, or the color of plane of projection changes is not taken into consideration as change of an external environment is difficult.

[0004] Generally a color correction table is used for amendment to these color matching and external environments.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the case of image display devices, such as a projector, it is difficult to hold many data of a color correction table because of constraint of memory space. That is, in the case of a projector, since one set of one-set individual difference is large, the color correction table which suits for every airframe must be stored.

[0006] It makes it a technical problem to offer the image display device in which suitable color reproduction is possible, the image-processing approach, and a program, saving [this invention was made in order to solve the above-mentioned trouble, and] memory space.

[0007]

[Means for Solving the Problem] It is the image display device which invention according to claim 1 performs a desired image processing to the image data inputted in view of the above-mentioned technical problem, and displays an image. Based on the characteristic value of the image display device concerned, the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property is referred to. It has a 1st color correction means to perform desired color correction to said image data inputted, and a 2nd color correction means to perform desired color correction to said image data inputted with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment, and is constituted.

[0008] According to the image display device which was constituted as mentioned above and which performs a desired image processing to the image data inputted, and displays an image, based on the characteristic value of said image display device, desired color correction is performed to said image data inputted by the 1st color correction means with reference to the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property. And with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment, desired color correction is performed to said image data inputted by the 2nd color correction means.

[0009] Moreover, invention according to claim 2 is an image display device according to claim 1, is equipped with a rewriting means for said 1st color correction means to rewrite the lattice point data of said three-dimension color correction table based on said characteristic value, and is constituted.

[0010] Furthermore, invention according to claim 3 is an image display device according to claim 1 or 2, and the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means is for adjusting a color temperature.

[0011] Moreover, invention according to claim 4 is an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 3, and the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means is for performing amendment to change of the brightness of exterior lighting.

[0012] Furthermore, invention according to claim 5 is an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 4, and the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means is for performing amendment to change of the color of plane of projection.

[0013] Moreover, invention according to claim 6 is an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 5, and the 1-dimensional color correction table in said 2nd color correction means is for performing amendment to change of the color of exterior lighting.

[0014] Furthermore, invention according to claim 7 is an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 6, is further equipped with the means for inputting said characteristic value, and is constituted.

[0015] Moreover, invention according to claim 8 is an image display device given in claim 1 thru/or any 1 term of 7, and it is constituted so that said image display device may be a projector.

[0016] Furthermore, invention according to claim 9 is an image display device given in claim 2 thru/or any 1 term of 8, and when said characteristic value is a characteristic group semi-value, it is constituted so that the lattice point data based on said rewriting means may not be rewritten.

[0017] Moreover, invention according to claim 10 is the image-processing approach for the image data inputted into an image display device. Based on the characteristic value of said image display device, the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property is referred to. It has the 1st color correction process which performs desired color correction to said image data inputted, and the 2nd color correction process which performs desired color correction to said image data inputted with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment, and is constituted.

[0018] Furthermore, invention according to claim 11 is a program for making a computer perform the image processing to the image data inputted into an image display device. Based on the characteristic value of said image display device, the three-dimension color correction table for fitting the color property of said image display device to a criteria color property is referred to. The 1st color correction processing which performs desired color correction to said image data inputted, It is constituted so that a computer may be made to perform the 2nd color correction processing which performs desired color correction to said image data inputted with reference to the 1-dimensional color correction table for performing color correction according to an external environment.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0020] The functional block diagram of the image-processing section 100 in the projector which starts the 1st operation gestalt of the image display device of this invention at 1st operation gestalt system configuration drawing 1 is shown. As an image display device of this invention, CRT besides a projector, a liquid crystal display, etc. are contained.

[0021] The image-processing section 100 in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention The 1st color correction section 110 which performs color matching based on the color correction table generated by the 1st color correction table generation section 112, The 2nd color correction section 120 which performs desired color correction based on the color correction table generated by the 2nd color correction table generation section 150, It has the 3rd color correction section 130 for adjusting the output characteristics of a liquid crystal light valve, and the L/V (light valve) mechanical component 140 for driving a liquid crystal light valve and performing the projection display of an image, and is constituted.

[0022] Moreover, the gamma value input section 116 for said image-processing section 100 to input the gamma value of a projector, The LUT data storage section 114 which matches and stores the data (the conversion value, LUT data) and lattice point data in the color correction table for generating the three-dimension color correction table for color matching (3D-LUT), It has the 1st color correction table generation section 112 for generating the three-dimension color correction table for color matching based on the data stored in the gamma value and the LUT data storage section 114 which were inputted by the gamma value input section 116.

[0023] Furthermore, the device property preservation memory 160 for storing the color property information on the projector at the time of outputting the image-processing section 100 to criteria plane of projection in a dark room, The photosensor 170 for measuring the brightness of the reflected light by the screen of a projector and exterior lighting, It has the 2nd color correction table generation section 150 which generates the 1-dimensional color correction table (1D-LUT) which took the effect of exterior lighting into consideration based on the

colorimetry value of a photosensor 170, and the information stored in the memory for device property preservation, and is constituted.

[0024] In the projector by the 1st operation gestalt of this invention, color matching is first given by the 1st color correction section 110 to the image input signal supplied from a personal computer etc. with reference to the color correction table generated by the 1st color correction table generation section 112. And with reference to the color correction table on which the picture signal concerned by which color matching was carried out is generated by the 2nd color correction table generation section 150, the color correction of the request which took the effect of exterior lighting into consideration by the 2nd color correction section 120 is made. The adjustment as which the picture signal by which color correction was carried out considered the output characteristics of a liquid crystal light valve by the 3rd color correction section 130 is made. Based on the adjusted analog signal concerned, the L/V mechanical component 140 drives a liquid crystal light valve, and performs the projection display of an image.

[0025] Processing by the image-processing sections 100, such as generation processing of the color correction table explained below to actuation of the image-processing section 100 and an image processing, is performed by performing the image-processing program recorded on the program storing section (not shown) of a projector. Said program storing section constitutes the medium which recorded the image-processing program. Furthermore, the image-processing program itself [concerned] is included within the limits of the invention in this application.

[0026] (1) The 1st color correction section 110 of color correction in the 1st color correction section 110 performs color matching based on the three-dimension color correction table which is the following, and was made and generated by the 1st color correction table generation section 112 (1-1). With reference to the processing, next drawing 3 by the 1st color correction table generation section 112, the color correction table generation processing by the 1st color correction table generation section 112 is explained.

[0027] First, if the gamma value (characteristic value of a projector) of a projector is inputted from the gamma value input section 116 (S10, Yes), the data (conversion value: LUT data) and lattice point data in the table stored in the LUT data storage section 114 in ROM of a projector will be read in RAM (S12).

[0028] And the 1st color correction table generation section 112 rewrites lattice point data based on the inputted gamma value (S14). Since the gamma value is created for the projectors of 2.2 (characteristic group semi-value), the data in the table stored in the LUT data storage section 114 need to rewrite the data of the lattice point based on the gamma value of a projector. concrete — inputting — having had — a gamma value — being based — the lattice point — a value (R, G, B) — $R - ' = - R - 2.2 - / - \text{gamma} - G - ' = - G - 2.2 - / - \text{gamma} - B - ' = - B - 2.2 - / - \text{gamma}$ — (— R — ' — G — ' — B — ' —) — changing .

[0029] and the 1st color correction table generation section 112 matches the value (R', G', and B — ') of the changed lattice point, and the conversion value in the table stored in the LUT data storage section 114, generates a new three-dimension color correction table (S16), sets the generated three-dimension color correction table concerned to the 1st color correction section 110 (S18), and ends processing.

[0030] Thus, one three-dimension color correction table is stored, and although a three-dimension color correction table is stored, since much memory space is needed as compared with a 1-dimensional color correction table, it constitutes for saving this, so that lattice point data may be rewritten based on the gamma value of a projector.

[0031] (1-2) Explain generation processing of the LUT data stored in the LUT data storage section 114 with reference to generation processing of the LUT data stored in the LUT data storage section 114, next drawing 4 . The operation gestalt concerned explains the case where the color property of a projector is fitted to the color property (criteria color property) of CRT.

[0032] First, it asks for the correspondence relation of the input value (RcGcBc) and the color coordinates of an output color in CRT (XcYcZc, Lc*ac*bc*, etc.) (S20). It asks for the typical correspondence relation about a color by measuring the light which was made to actually output a color from CRT and was outputted, and asks for the correspondence relation about the remaining colors by interpolation count etc. And it asks for the correspondence relation of the input value (RpGpBp) and the color coordinates of an output color in a projector (XpYpZp, Lp*ap*bp*, etc.) (S22). Similarly it asks for the typical correspondence relation about a color by measuring the light which was made to actually output a color from a projector and was outputted, and asks for the correspondence relation about the remaining colors by interpolation count etc.

[0033] Next, the output color (Lp*ap*bp*) of the liquid crystal projector to the output color (Lc*ac*bc*) of CRT is defined (S24). Usually, the same colors (Lc*=Lp*, ac*=ap*, bc*=bp*) (it matches.) However, in the case of the color which the output color (Lc*ac*bc*) of CRT cannot output by the projector, as shown in drawing 6 , the

color (for example, a hue being the same color with the smallest distance on a color coordinate) comparatively near the color is matched among the colors which can be outputted by the projector.

[0034] And as shown in drawing 5, it asks from S20-S26, the value of RpGpBp to each RcGcBc value is calculated based on the relation corresponding to *****, and LUT data are generated (S28).

[0035] With the operation gestalt concerned, the LUT data and lattice point data which were generated as mentioned above shall be beforehand stored in the LUT data storage section 114.

[0036] (2) Color correction in the 2nd color correction section 120 (color correction in consideration of change of an external environment)

(2-1) Explain actuation of the 2nd color correction section 120 in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention with reference to the color correction in consideration of exterior lighting and change of plane of projection, next drawing 7.

[0037] First, if use of the projector by this invention is started, generation / rewriting processing of a color correction table will be performed by the 2nd color correction table generation section 150 (step 204).

Generation / rewriting processing of the color correction table concerned is explained to a detail with reference to drawing 8 below.

[0038] And the display of an image is performed based on the picture signal in which color correction was carried out by the 2nd color correction section 120 with reference to the rewritten color correction table after generation / rewriting processing of a color correction table (step 206). Here, when the display of an image is not ended (step 208, No) and fixed time amount progress has not been carried out from the time of generation / rewriting processing termination of the last color correction table (step 210, No), the display condition of the image of step 206 continues. On the other hand, when the display of an image is not ended (step 208, No) but fixed time amount progress is carried out from the time of generation / rewriting processing termination of the last color correction table (step 210, Yes), in consideration of the case where the brightness of exterior lighting, a color, or the color of plane of projection changes with the passage of time, generation / rewriting processing of a color correction table is performed again (step 204), and an image is displayed (step 206). According to this invention, since a color correction table is rewritten for every fixed time amount in consideration of change of the brightness of exterior lighting, a color, or the color of plane of projection, even if the brightness of exterior lighting, a color, or the color of plane of projection changes, suitable color reproduction becomes possible.

[0039] And in turning off the power source of a projector and ending the display of an image (step 208, Yes), it ends processing.

[0040] With reference to generation / rewriting processing of a color correction table, next drawing 8, generation / rewriting processing (processing in step 204 of drawing 7) of the color correction table by the 2nd color correction-table generation section 150 in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention is explained.

[0041] In generation / rewriting processing of the color correction table concerned, the color correction curve computation 1 (amendment to change of the brightness of exterior lighting) (step 222), the color correction curve computation 2 (amendment to change of the color of plane of projection) (step 223), and color correction curve computation 3 (amendment to change of the color of exterior lighting) (step 224) are performed first, respectively. Next, rounding-off processings 1, 2, and 3 of the amendment curve of a three-stage are performed (steps 225, 226, and 227). Each amendment curve computation and amendment curve rounding-off processing are explained in full detail behind.

[0042] And based on the calculated amendment curve, a new single dimension color correction table is generated, and the single dimension color correction table referred to in the 2nd color correction section 120 is rewritten on the newly generated single dimension color correction table (step 228), and returns to step 206.

[0043] Computation 1 (amendment to change of the brightness of exterior lighting) of an amendment curve. Next, the computation 1 of an amendment curve is explained with reference to drawing 9.

[0044] As a premise of the computation 1 of an amendment curve, white ($R=G=B=255$ gradation) is made to output to a projector (image display device) 20 in a dark room, and the brightness of the reflected light from the screen 10 is beforehand measured with the photosensor 170.

[0045] At the computation 1 of the amendment curve concerned, the brightness of the reflected light from the screen 10 of exterior lighting is first measured in the condition that there is no output from a projector (step 229).

[0046] Next, gamma curve is standardized under each environment (step 230). Since any amendment curve of W (white), R (red), G (green), and B (blue) turns into the same curve, with the gestalt of the operation concerned, an amendment curve is calculated about W as an example. gamma curve under each environment (when the case of a dark room and exterior lighting exist) is assumed as follows. Here, gamma is the gradation property of the

target projector. It is appropriate for gamma to actually measure the gradation property of the target projector, to search for it, and to use the average value. With the gestalt of the operation concerned, it is referred to as gamma= 2.2 as an example. In the case of a dark room: $F_d(Din) = Y_w - Din \text{ gamma} + Y_i$ — When (1) exterior lighting exists: $F_i(Din) = Y_w - Din \text{ gamma} + Y_i$ — gamma curve under (2) each environment is shown in drawing 10.

[0047] Here, that to which F standardized the digital input value (zero to 255 gradation) of RGB in the sum total brightness of the reflected light from a screen, and Din standardized it to 0-1, and Y_w are [the brightness of the white of a projector and Y_i] the brightness of lighting. And these formulas (1) and formulas (2) are standardized under assumption that the eye has adapted itself by brightness ($Y_w + Y_i$ in the case of a dark room: when it exists Y_w and exterior lighting outside :) when a projector outputs white under each environment. That is, a formula (1) and a formula (2) are standardized so that brightness ($Y_w + Y_i$ in the case of a dark room: when it exists Y_w and exterior lighting outside :) when a projector outputs white under each environment may be set to 1. Specifically, in the case of a dark room, it is : $F'_d(Din) = F_d(Din) / Y_w = Din \text{ gamma}$ — When (3) exterior lighting exists: $F'_i(Din) = F_i(Din) / (Y_w + Y_i) = (Y_w - Din \text{ gamma} + Y_i) / (Y_w + Y_i)$ — It is set to (4).

[0048] Standardized gamma curve under each environment is shown in drawing 11.

[0049] Next, gamma curve is piled up in a reference point Do (step 232). As shown in drawing 12, only $\{F'_i(Do) - F'_d(Do)\}$ carries out the parallel displacement of $F'_d(Din)$ to F' shaft orientations in a reference point Do so that $F'_d(Din)$ may take the same value as $F'_i(Din)$. On a concrete target $F''_d(Din) = F'_d(Din) + \{F'_i(Do) - F'_d(Do)\} = F'_d(Din) - F'_d(Do) + F'_i(Do)$ It carries out. If a formula (3) and a formula (4) are used here $F''_d(Din) = Din \text{ gamma} - Do \text{ gamma} + (Y_w - Do \text{ gamma} + Y_i) / (Y_w + Y_i)$ — It is set to (5).

[0050] And the 1st amendment curve is computed using a formula (5) (step 234).

[0051] Thus, with the operation gestalt concerned, as shown in drawing 12, the 1st amendment curve is formed so that the output value of an amendment curve in case exterior lighting exists, and the output value of the amendment curve in the case of being a dark room may be in agreement near origin/datum Do .

[0052] And the relative contrast (inclination of gamma curve) near origin/datum Do makes small change of the color of the output image by the existence of exterior lighting by amending input gradation data so that it may not change with the existence of exterior lighting.

[0053] It is as follows when the above is expressed by the formula.

[0054] $F'_i(Dout1) = F''_d(Din)$ — (6) Here, $Dout1$ is input gradation data amended by the 1st amendment curve. If a formula (4) and a formula (5) are substituted for a formula (6) $(Y_w - Dout1 \text{ gamma} + Y_i) / (Y_w + Y_i) = Din \text{ gamma} - Do \text{ gamma} + (Y_w - Do \text{ gamma} + Y_i) / (Y_w + Y_i)$ — from this $Dout1 = [(1 + Y_i / Y_w) Din \text{ gamma} - (Y_i / Y_w) Do \text{ gamma}] / \text{gamma}$ — The 1st amendment curve changes variously by changing the gradation Do which takes the lead at the time of amending the contrast fall by (7) lighting. Generally, if the value of Do is small, it becomes the 1st amendment curve as shown in drawing 13, and a projection screen will seem to be white and will serve as a light color tone. On the other hand, if the value of Do is enlarged, it will become the 1st amendment curve as shown in drawing 14, a projection screen will seem to be black, and gradation change with low gradation will decrease further (the so-called crushing of gradation becomes remarkable). Amendment as which vividness is emphasized most can be applied by making Do into a suitable value, without making it change not much overall brightness of projection image amendment-before. As a result of performing evaluation by experiment, the value of Do confirmed that near inside gradation (about $0.25 \leq Do \leq 0.50$) was suitable.

[0055] Furthermore, as shown in drawing 15, F can be carried out amount of amendments $\Delta\alpha1$ time ($0 \leq \alpha1 \leq 1$), and the amount of amendments can also be adjusted. It is for preventing the unnatural image reappearance of amendment depended for starting too much. Formula of $Dout1$ in the case of adjusting the amount of amendments (7) $Dout1 = [(1 + \alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) Din \text{ gamma} - (\alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) Do \text{ gamma}] / \text{gamma}$ — It is set to (8). Therefore, the formula of the 1st amendment curve of each color of RGB $DRout1 = [(1 + \alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) DRingamma - (\alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) Dogamma] / \text{gamma}$ — (9) $DGout1 = [(1 + \alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) DGingamma - (\alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) Dogamma] / \text{gamma}$ — (10) $DBout1 = [(1 + \alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) DBingamma - (\alpha1 \text{ and } Y_i / Y_w) Dogamma] / \text{gamma}$ — It is set to (11).

[0056] It is equivalent to doubling the brightness Y_i of lighting $\alpha1$ as a result to double the amount of amendments $\alpha1$. In addition, as for the value of $\alpha1$, it is desirable that it is within the limits of $0.8 \leq \alpha1 \leq 1$.

[0057] Formula (9) The 1st amendment curve is calculated like — (11) (step 234), and return and amendment curve computation 2 are performed to step 223 of drawing 8.

[0058] Computation 2 (amendment to change of the color of plane of projection) of an amendment curve Next, the computation 2 of an amendment curve is explained with reference to drawing 16.

[0059] Each color of R (red), G (green), B (blue), and bk (black) is made to output from a projector (image display device) 20 to criteria plane of projection as a premise of the amendment curve computation 2 in a dark room,

the brightness value of the reflected light by the criteria plane of projection of each color output concerned is beforehand measured with a photosensor 170, and it stores in the memory 160 for device property preservation. Here, with criteria plane of projection, the reflection factor of light fields, such as for example, a standard diffusion plate, can choose the thing near 1.

[0060] Furthermore, each color of R(red) G(green) B(blue) bk (black) is made to output from a projector (image display device) 20 to the plane of projection for amendment in a dark room, and the brightness value of the reflected light by the plane of projection for amendment of each color output concerned is also beforehand measured with the photosensor 170.

[0061] the measured value (R (red) —) first measured beforehand in the computation 2 of an amendment curve Based on the brightness value of the reflected light by the criteria plane of projection of G (green), B (blue), and bk (black), and the brightness value of the reflected light by the plane of projection for amendment of R (red), G (green), B (blue), and bk (black), the brightness ratio of RGB each color of the projector in each plane of projection is calculated (step 242). The formula is as follows.

$yR=(YR-Ybk)/(YG-Ybk)$ — (12) $yG=(YG-Ybk)/(YG-Ybk)=1$ — (13) $yB=(YB-Ybk)/(YG-Ybk)$ — (14) Here, R, G and B of a projector, the brightness of bk each color, and yR, yG and yB of YR, YG, YB, and Ybk are the brightness ratios of RGB. Here, since the ratio to the brightness of G is taken, yG is always set to 1. The brightness ratios yR0, yG0, and yB0 of RGB in criteria plane of projection are calculated similarly.

[0062] Next, the 2nd amendment curve is computed (step 246). Since the primary color (RGB) of a projector cannot receive change of the chromaticity by the difference in plane of projection easily compared with a secondary color and the Miyoshi color, if amendment is applied so that it may be in agreement with the brightness ratios yR0, yG0, and yB0 of the plane of projection used as criteria in the brightness ratios yR, yG, and yB of the target plane of projection, in all colors, change of the chromaticity by the difference in plane of projection will be amended. What standardized the digital input value of RGB before amendment in the range of 0-1 is set to DRin2, DGin2, and DBin2. When what standardized the digital input value of RGB after amendment in the range of 0-1 is set to DRout2, DGout2, and DBout2, the formula of an amendment curve $[yR'/\max(yR', yG', yB')] 1-1/\text{gammaxDRin } 2$, $yR'=yR0/yR$ [$DRout2=$] — (16) — $DBout2=[yB'/\max(yR', yG', yB')] 1-1/\text{gammaxDBin } 2$, $yB'=yB0/yB$ — It is set to (17). Here, $\max(yR', yG', yB')$ shows the maximum of yR', yG', and yB'. Thus, by amending, change of the chromaticity by plane of projection can be amended in colorimetry.

[0063] Thus, although change of the chromaticity by plane of projection can be amended in colorimetry When considering the effectiveness of whenever [adaptation / of human being's eyes], or contrast and adjusting the amount α_3 ($0<\alpha_3<1$) of amendments, an amendment curve $DRout2=[1-\alpha_3\{1-yR'/\max(yR', yG', yB')\}] 1-1/\text{gammaxDRin } 2$ — (18) $DGout2=[1-\alpha_3\{1-yG'/\max(yR', yG', yB')\}] 1-1/\text{gammaxDGin } 2$ — (19) $DBout2=[1-\alpha_3\{1-yB'/\max(yR', yG', yB')\}] 1-1/\text{gammaxDBin } 2$ — It is set to (20).

[0064] If $\Delta R_{\text{gain}}=yR'/\max(yR', yG', yB')$ $\Delta G_{\text{gain}}=yG'/\max(yR', yG', yB')$ $\Delta B_{\text{gain}}=yB'/\max(yR', yG', yB')$, here (18) – (20) $DRout2=[1-\alpha_3\{1-\Delta R_{\text{gain}}\}] 1-1/\text{gammaxDRin } 2$ — (21) $DGout2=[1-\alpha_3\{1-\Delta G_{\text{gain}}\}] 1-1/\text{gammaxDGin } 2$ — (22) $DBout2=[1-\alpha_3\{1-\Delta B_{\text{gain}}\}] 1-1/\text{gammaxDBin } 2$ — It is set to (23).

[0065] If 100% ($\alpha_3=1$) of amendment is applied to the color of the plane of projection obtained by measurement, right amendment will be performed in colorimetry. However, since the color of plane of projection exists in the perimeter of a projection image when exterior lighting occurs, also as for a twist, amendment actually seems to have started strongly according to contrast of the color of a projection image and plane of projection, the effectiveness of adaptation of an eye over exterior lighting, etc. In order to cancel this phenomenon, the amount of amendments is adjusted. It is necessary to adjust the amount α_3 of amendments, actually evaluating an image under each environment. As a value of α_3 , 0.5-1.0 are suitable.

[0066] Formula (21) The 2nd amendment curve is calculated like – (23) (step 246), and return and amendment curve computation 3 are performed to step 224 of drawing 8.

[0067] Here, both the amendment curve computation 1 and the amendment curve computation 2 are processings for amending an input value relatively. That is, in formula (9) – (11) and type [of the 2nd amendment curve] (21) – (23) of the 1st amendment curve, an amendment parameter multiplies to an input value and an output value is acquired. Therefore, it can replace performing the amendment curve computation 1 and amendment curve computation 2 in reverse sequence, i.e., step 222 and step 223 of drawing 8.

[0068] Amendment curve computation 3 (amendment to change of the color of exterior lighting) Next, the computation 3 of an amendment curve is explained with reference to drawing 17.

[0069] As a premise of the amendment curve computation 3, each color of R(red) G(green) B(blue) bk (black) is made to output from a projector (image display device) 20 in a dark room, the XYZ value of the reflected light by the screen of each color output concerned is beforehand measured with a photosensor 170, and it stores in the

memory 160 for device property preservation. Moreover, the XYZ value of the reflected light from the screen 10 of exterior lighting is also beforehand measured in the condition that there is no output from a projector.

[0070] In the computation 3 of the amendment curve concerned, the value (XYZ value of each color of a projector) measured above beforehand is first changed into a RGB value (step 250). With the operation gestalt concerned, in order to express the color of lighting with the RGB value of a projector, the matrix M for performing conversion between the RGB value of a projector and a XYZ value is calculated from the XYZ value of each color of the projector measured as mentioned above. Matrix M and transformation are [0071].

[Equation 1]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{bk} \\ Y_{bk} \\ Z_{bk} \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \quad \dots\dots(24)$$

$$M = \begin{pmatrix} X_R - X_{bk} & X_G - X_{bk} & X_B - X_{bk} \\ Y_R - Y_{bk} & Y_G - Y_{bk} & Y_B - Y_{bk} \\ Z_R - Z_{bk} & Z_G - Z_{bk} & Z_B - Z_{bk} \end{pmatrix} \quad \dots\dots(25)$$

$$\begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} DR^\gamma \\ DG^\gamma \\ DB^\gamma \end{pmatrix} \quad \dots\dots(26)$$

It becomes. Here, the thing and gamma to which X_c , Y_c , and Z_c ($c=R, G, B, bk$) standardized each R [of a projector], G and B, the XYZ value of bk color, and the input value (0-255) of RGB digital in DR, DG, and DB in the range of 0 to 1 are the gradation property of a projector. Like the computation 1 of an amendment curve, gamma actually measures the gradation property of the target projector, searches for it, and sets it to gamma=2.2 as an example with the gestalt of the operation concerned.

[0072] And when the XYZ value of lighting is set to $X_iY_iZ_i$, the RGB values r_i , g_i , and b_i in the case of expressing the color of lighting as color mixture of a projector are [0073].

[Equation 2]

$$\begin{pmatrix} r_i \\ g_i \\ b_i \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} \quad \dots\dots(27)$$

It becomes.

[0074] Next, the 3rd amendment curve is computed using r_i , g_i , and b_i (step 254). Reappearance of perfect color matching is realized by subtracting as offset r_i , g_i , and b_i which are calculated by the formula (27) from the output of RGB of a projector as it is. However, it crushes [the gradation of a projector / greatly] by this approach and is not realistic.

[0075] So, with the operation gestalt concerned, as shown in drawing 18, the approach of deducting difference ΔR_{offset} from the average of r_i , g_i , and b_i , ΔG_{offset} , and ΔB_{offset} as offset is taken. The color which piled up the color of lighting and the color of offset by this serves as the same chromaticity as the gray of a projector.

[0076] thus, the case where consider the effectiveness of whenever [adaptation / of human being's eyes], or contrast, and the amount of amendments is adjusted although the effect of the color of lighting can be amended in colorimetry — the value of ΔR_{offset} , ΔG_{offset} , and ΔB_{offset} — twice (α_2) ($0 < \alpha_2 < 1$) — it carries out. Although right amendment is performed in colorimetry if 100% ($\alpha_2=1$) of amendment is applied to the color of the lighting obtained by measurement, it may become unnatural image reappearance that amendment starts too much. In order to cancel this phenomenon, the amount of amendments is adjusted. It is necessary to adjust the amount α_2 of amendments, actually evaluating an image under each environment. As a value of α_2 , 0.2-0.5 are suitable.

[0077] by the way — a projector — RGB — an output — r — g — b — amendment — the back — a projector — an output — r' — g' — b' — ***** — being concerned — amendment — processing — a formula — expressing — if — it is as follows . However, only the formula of R is shown in order to simplify explanation. That is, it is the output r of R of a projector from a formula (26) (DR) ($=DR\gamma$). — When (28) is adjusted using the amount α_2 of amendments, output r' [after amendment of R of a projector] (DR) is

$r'(DR) = DR \cdot \gamma - \alpha \cdot 2\delta \text{deltaRoffset}$. — It is set to (29) $\text{deltaRoffset} = r_i - (r_i + g_i + b_i) / 3$. As mentioned above, DRout, then the 3rd amendment curve are an input value after DRin3 and amendment about the input value before amendment $r'(DR_{\text{out}}) = r'(DR_{\text{in}3})$. — It is set to (30). From a formula (29) and a formula (30), it is $DR_{\text{out}} = (DR_{\text{in}3} \cdot \gamma - \alpha \cdot 2\delta \text{deltaRoffset}) / \gamma$. — It is set to (31). Similarly, it reaches DGout. DBout is $DG_{\text{out}} = (DG_{\text{in}3} \cdot \gamma - \alpha \cdot 2\delta \text{deltaGoffset}) / \gamma$. — (32) $DB_{\text{out}} = (DB_{\text{in}3} \cdot \gamma - \alpha \cdot 2\delta \text{deltaBoffset}) / \gamma$. — It is set to (33).

[0078] The 1st amendment curve, the 2nd amendment curve, and the 3rd amendment curve which were called for as mentioned above are connected, and it asks for a final amendment curve (step 256). Namely, in formula (9) – (11) and type (21) – (23), while being referred to as $DR_{\text{in}2} = DR_{\text{out}1}$, $DG_{\text{in}2} = DG_{\text{out}1}$, $DB_{\text{in}2} = DB_{\text{out}1}$. Formula (21) – (23) and formula (31) When $DR_{\text{in}3} = DR_{\text{out}2}$, $DG_{\text{in}3} = DG_{\text{out}2}$, $DB_{\text{in}3} = DB_{\text{out}2}$, in – (33) a final amendment curve $DR_{\text{out}} = [x((1 + \alpha_1 \text{ and } Y_i/Y_w) \cdot DR_{\text{in}2} \cdot \gamma - (\alpha_1 \text{ and } Y_i/Y_w) \cdot \text{Dogamma}) - \alpha_2 \delta \text{deltaRoffset}] / \gamma$ [$(1 - \alpha_3 (1 - \delta \text{deltaRgain})^3)$] — (34) $DG_{\text{out}} = [x((1 + \alpha_1 \text{ and } Y_i/Y_w) \cdot DG_{\text{in}2} \cdot \gamma - (\alpha_1 \text{ and } Y_i/Y_w) \cdot \text{Dogamma}) - \alpha_2 \delta \text{deltaGoffset}] / \gamma$ [$(1 - \alpha_3 (1 - \delta \text{deltaGgain})^3)$] — (35) $DB_{\text{out}} = [x((1 + \alpha_1 \text{ and } Y_i/Y_w) \cdot DB_{\text{in}2} \cdot \gamma - (\alpha_1 \text{ and } Y_i/Y_w) \cdot \text{Dogamma}) - \alpha_2 \delta \text{deltaBoffset}] / \gamma$. — It is set to (36). [$(1 - \alpha_3 (1 - \delta \text{deltaBgain})^3)$]

[0079] Formula (34) It is referred to as $DR_{\text{out}} = DG_{\text{out}} = DB_{\text{out}} = 0$ when DR_{out} , DG_{out} , and DB_{out} become negative, as a result of calculating by – (36). It is referred to as $DR_{\text{out}} = DG_{\text{out}} = DB_{\text{out}} = 1$ when similarly DR_{out} , DG_{out} , and DB_{out} become larger than 1, as a result of calculating by formula (34) – (36).

[0080] An example of a final amendment curve is shown in drawing 19.

[0081] Formula (34) A final amendment curve is called for like – (36) (step 256), and rounding-off processing 1 of the amendment curve in step 225 of drawing 8 is performed.

[0082] The rounding-off processing 1 of an amendment curve, next rounding-off processing 1 of an amendment curve are performed (step 225).

[0083] As shown in drawing 19, in the amendment curve for which it asked by the formula (34), the gradation which does not change while Dout has been 0 in the field of low gradation and the Takashina tone exists. Then, rounding-off processing is performed to an amendment curve in the following procedures. First, the following formulas $D_{\text{out}4} = [D_{\text{out}} - (D_{\text{out}} - D_{\text{in}}) \cdot |\beta|] \cdot (D_{\text{out}} > D_{\text{in}})$ — (37) $D_{\text{out}4} = [D_{\text{out}} + (D_{\text{out}} - D_{\text{in}}) \cdot |\beta|] \cdot (D_{\text{out}} < D_{\text{in}})$ — D_{out} to $D_{\text{out}4}$ is calculated using (38). Here, β is a parameter for adjusting more round extent. According to the evaluation result performed while actually looking at the image, it confirmed that about $\beta = 1.5$ were suitable. The gradation which does not change with a formula (37) and formulas (38) while D_{out} has been 0 is lost. Thus, rounding-off processing 2 of an amendment curve is performed after ending the rounding-off processing 1 of an amendment curve.

[0084] The rounding-off processing 2 of an amendment curve, next rounding-off processing 2 of an amendment curve are performed (step 226).

[0085] In the rounding-off processing 2 of an amendment curve, the average of the value in a total of five points which added two points approximately [the] is calculated about each value of a formula (37) or a formula (38).

[0086] If the case of $D_{\text{in}255} = 128$ is taken for an example $D_{\text{out}5}(128) = [D_{\text{out}4}(112) + D_{\text{out}4}(120) + D_{\text{out}4}(128) + D_{\text{out}4}(136) + D_{\text{out}4}(144)] / 5$. — It is set to (39). An amendment curve becomes smooth by performing rounding-off processing 2 of the amendment curve concerned.

[0087] however, the following $D_{\text{in}255} =$ — four points of 0 and 8,248,255 — being related — $D_{\text{out}5}(0) = D_{\text{out}4}(0)$ — (40) $D_{\text{out}5}(8) = [D_{\text{out}4}(0) + D_{\text{out}4}(8) + D_{\text{out}4}(16)] / 3$ — (41) $D_{\text{out}5}(248) = [D_{\text{out}4}(240) + D_{\text{out}4}(248) + D_{\text{out}4}(255)] / 3$ — (42) $D_{\text{out}5}(255) = D_{\text{out}4}(255)$ — It is referred to as (43). Thus, rounding-off processing 3 of an amendment curve is performed after ending the rounding-off processing 2 of an amendment curve.

[0088] The rounding-off processing 3 of an amendment curve, next rounding-off processing 3 of an amendment curve are performed (step 227).

[0089] formula $D_{\text{out}6} = D_{\text{in}} [\text{of the following} / \text{the rounding-off processing 3 of an amendment curve}] + (D_{\text{out}5} - D_{\text{in}}) [1 - ((0.25 - D_{\text{in}}) / 0.25) \cdot \theta] \cdot (D_{\text{in}255} < 64)$ — (44) $D_{\text{out}6} = D_{\text{in}} + (D_{\text{out}5} - D_{\text{in}}) [1 - ((D_{\text{in}} - 0.75) / 0.25) \cdot \theta] \cdot (D_{\text{in}255} > 192)$ — $D_{\text{out}6}$ is calculated using (45). This $D_{\text{out}6}$ brings a final amendment result.

[0090] This result is shown in drawing 20. As shown in drawing 20, near $D_{\text{in}255} = 0,255$, amendment will be applied and the highest brightness and contrast of a projector are maintained. θ of a formula (44) and a formula (45) was a parameter for adjusting extent of attenuation of the amount of amendments in the $255 = D_{\text{in}0,255}$ neighborhood, and according to the evaluation result performed while actually looking at the image, it confirmed that about $\theta = 5.0$ were suitable.

[0091] In addition, when $D_{\text{out}5}(0)$ and $D_{\text{out}5}(255)$ are already 0, it is referred to as $D_{\text{out}6} = D_{\text{out}5}$, without performing rounding-off processing 3 (step 227) of an amendment curve.

[0092] And it returns to step 228 after termination of the rounding-off processing 3 of an amendment curve.

[0093] It constitutes from operation gestalt concerned so that color correction may be performed using the 1 –

dimensional color correction table of the 2nd color correction section 120 which generated the 1-dimensional color correction table one by one, and was newly generated, but two or more 1-dimensional color correction tables are stored beforehand, and it can also constitute so that color correction may be performed using a predetermined 1-dimensional color correction table according to an external environment. The reason is that it does not become a problem even if it stores two or more 1-dimensional color correction tables beforehand since much memory space is not needed as compared with a three-dimension color correction table in the case of a 1-dimensional color correction table.

[0094] (2-2) Explain the color correction table generation processing in which color temperature adjustment is possible with reference to color temperature adjustment, next drawing 21. By (2-1), in consideration of the case where the brightness of exterior lighting, a color, or the color of plane of projection changes, the 2nd color correction table generation section 150 performed generation / rewriting processing of a color correction table again, and the example as which a projector displays an image with reference to the rewritten color correction table concerned was explained. (2-2) explains the case where the 2nd color correction table generation section 150 generates the color correction table in which color temperature adjustment is possible.

[0095] As shown in drawing 21, the 2nd color correction table generation section 150 measures a XYZ value in case the output of W (white), R (red), G (green), and B (blue) of a projector is max using a photosensor 150 (S30).

[0096] A XYZ value in case the output of XG, YG, ZG, and B is max about a XYZ value in case the output of XR, YR, ZR, and G is max about a XYZ value in case the output of R is max is set to XB, YB, and ZB. When a projector assumes that it has the ideal output characteristics expressed with the predetermined gradation property parameter gamma, between the RGB value inputted and the XYZ value outputted, it is [0097].

[Equation 3]

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}, \quad \begin{aligned} r &= (R/255)^\gamma \\ g &= (G/255)^\gamma \\ b &= (B/255)^\gamma \end{aligned}$$

***** is materialized.

[0098] Next, the chromaticity coordinate x0 of the white point used as a target and y0 are set up (S32).

[0099] And the XYZ value of the white point used as a target is calculated (S34). That is, the value of Y0 = YR+YG+YBX0 = Y0xx0/y0Z0 = Y0x (1-x0-y0) / y0 to X0, Y0, and Z0 is calculated from the value of x0 set up in the value of YR, YG, and YB which were calculated in S30, and S32, and y0.

[0100] Next, the value (R0, G0, B0) of RGB required to take out the color of the white point is calculated (S36).

[0101] The value of R0, G0, and B0 is [0102].

[Equation 4]

$$\begin{bmatrix} r_0 \\ g_0 \\ b_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}$$

By $[b_0/\max(r_0, g_0, \text{and } b_0)]^{1/\gamma}$ $[g_0/\max(r_0, g_0, \text{and } b_0)]^{1/\gamma}$ $B_0 = 255x$ $[r_0/\max(r_0, g_0, \text{and } b_0)]^{1/\gamma}$ $G_0 = 255x$ $[R_0 = 255x]$ It asks. Here, as for $\max(r_0, g_0, \text{and } b_0)$, the maximum of r_0, g_0 , and b_0 and the characteristic -1 of a matrix show that this matrix is an inverse matrix. As mentioned above, input-value R' after color temperature adjustment, G' , and B' are the following formula $R' = x(R_0/255) R$ — (46) $G' = x(G_0/255) G$ — (47) $B' = x(B_0/255) B$ — It asks by (48) (S38).

[0103] Thus, the 2nd color correction table generation section 150 generates the color correction table in which color temperature adjustment is possible based on a formula (46) – a formula (48). And the 2nd color correction section 120 performs color temperature adjustment based on the color correction table generated by doing in this way.

[0104] It constitutes from operation gestalt concerned so that color correction may be performed using the 1-dimensional color correction table of the 2nd color correction section 120 which generated the 1-dimensional color correction table one by one, and was newly generated, but two or more 1-dimensional color correction tables are stored beforehand, and it can also constitute so that color correction may be performed using a predetermined 1-dimensional color correction table according to a predetermined color temperature. The reason is that it does not become a problem even if it stores two or more 1-dimensional color correction tables beforehand since much memory space is not needed as compared with a three-dimension color correction table in the case of a 1-dimensional color correction table.

[0105] (2-3) Although the operation gestalt concerned explained independently "the color correction in consideration of change of ambient light and plane of projection (2-1)", and "the color correction for color temperature adjustment (2-2)" as an example of "the color correction in consideration of change of an external environment" After performing color correction using the 1-dimensional color correction table in consideration of change of ambient light and plane of projection, color correction using the 1-dimensional color correction table for color temperature adjustment can also be performed.

[0106] (3) Explain the color correction processing by the 3rd color correction section 130 with reference to the color correction, next drawing 22 in the 3rd color correction section 130.

[0107] First, as shown in drawing 22 (a), the output characteristics of a projector are set up, and as shown in drawing 22 (b), the input-output behavioral characteristics of a liquid crystal panel are measured. And based on drawing 22 (a) and (b), as shown in drawing 22 (c), it asks for the correspondence relation between an input signal and the input value to a liquid crystal panel.

[0108] The 3rd color correction section 130 adjusts the input value of a liquid crystal panel with reference to the color correction table expressing correspondence relation with the input value to the input signal and liquid crystal panel which are shown in drawing 22 (c). The color correction table concerned is beforehand stored for every projector.

[0109] The functional block diagram of the image-processing section 100 in the projector which starts the 2nd operation gestalt of the image display device of this invention at 2nd operation gestalt drawing 2 is shown. As an image display device of this invention, CRT besides a projector, a liquid crystal display, etc. are contained.

[0110] The image-processing section 100 in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention The 1-dimensional color correction table generated by the 1st color correction table generation section 112 is referred to. gamma amendment section 102 which rewrites lattice point data based on the inputted gamma value, The 1st color correction section 110 which performs desired color correction with reference to the three-dimension color correction table (3D-LUT) for performing color matching for gamma=2.2, The 2nd color correction section 120 which performs desired color correction based on the color correction table generated by the 2nd color correction table generation section 150, It has the 3rd color correction section 130 for adjusting the output characteristics of a liquid crystal light valve, and the L/V (light valve) mechanical component 140 for driving a liquid crystal light valve and performing the projection display of an image, and is constituted.

[0111] Moreover, said image-processing section 100 is equipped with the 1st color correction table generation section 112 for generating the 1-dimensional color correction table for rewriting the lattice point data stored in the LUT data storage section 114 based on the gamma value inputted by the gamma value input section 116 for inputting the gamma value of a projector, the LUT data storage section 114 which stores lattice point data, and the gamma value input section 116.

[0112] Furthermore, the device property preservation memory 160 for the image-processing section 100 to store the color property information on the projector at the time of outputting to criteria plane of projection in a dark room like the 1st operation gestalt, The photosensor 170 for measuring the brightness of the reflected light by the screen of a projector and exterior lighting, It has the 2nd color correction table generation section 150 which generates the 1-dimensional color correction table (1D-LUT) which took the effect of exterior lighting into consideration based on the colorimetry value of a photosensor 170, and the information stored in the memory for device property preservation, and is constituted.

[0113] gamma amendment section 102 the image-processing section 100 of the 2nd operation gestalt like S12 and S14 of drawing 3 Lattice point data are rewritten based on the inputted gamma value. The 1st color correction section 110 Based on the rewritten lattice point data, it differs from the image-processing section 100 of the 1st operation gestalt in the point of performing desired color correction with reference to the three-dimension color correction table (3D-LUT) for gamma=2.2 (characteristic group semi-value). Like the 2nd operation gestalt, even if it forms gamma amendment section 102 and the 1st color correction section 110, the same processing as the 1st color correction section 110 of the 1st operation gestalt can be performed.

[0114] In addition, when gamma= 2.2 (characteristic group semi-value) is inputted from the gamma value input section 116, an image input signal can also constitute, without minding gamma amendment section 102 so that a direct input may be carried out to the 1st color correction section 110.

[0115] About each configuration and actuation of the 2nd color correction section 120, the 3rd color correction section 130, the L/V mechanical component 140, the 2nd color correction table generation section 150, the memory 160 for device property preservation, and a photosensor 170, since it is the same as that of the 1st operation gestalt, the explanation is omitted.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the functional block diagram of the image-processing section in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the functional block diagram of the image-processing section in the projector concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is a flow chart for explaining the color correction table generation processing by the 1st color correction table generation section 112.

[Drawing 4] It is a flow chart for explaining generation processing of the LUT data stored in the LUT data storage section 114.

[Drawing 5] It is drawing for explaining generation processing of LUT data.

[Drawing 6] It is drawing for explaining matching with the color of CRT, and the color of a projector.

[Drawing 7] It is a flow chart for explaining actuation of the 2nd color correction section 120 in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is a flow chart for explaining generation / rewriting processing of the color correction table by the 2nd color correction table generation section 150 in the projector concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] It is a flow chart for explaining the amendment curve computation 1 (amendment to change of the brightness of exterior lighting) by this invention.

[Drawing 10] It is the graphical representation showing gamma curve under each environment.

[Drawing 11] It is the graphical representation showing standardized gamma curve under each environment.

[Drawing 12] It is the graphical representation showing the condition of having doubled standardized gamma curve under each environment in the reference point Do.

[Drawing 13] It is the graphical representation (1) showing an example of the amendment curve at the time of changing Do.

[Drawing 14] It is the graphical representation (2) showing an example of the amendment curve at the time of changing Do.

[Drawing 15] It is drawing for explaining adjustment of the amount alpha 1 of amendments of the 1st amendment curve.

[Drawing 16] It is a flow chart for explaining the amendment curve computation 2 (amendment to change of the color of plane of projection) by this invention.

[Drawing 17] It is a flow chart for explaining the amendment curve computation 3 (amendment to change of the color of exterior lighting) by this invention.

[Drawing 18] It is drawing for explaining the calculation principle of the 3rd amendment curve.

[Drawing 19] It is the graphical representation showing an example of an example (before rounding-off processing) of an amendment curve.

[Drawing 20] It is the graphical representation showing an example of an example (after rounding-off processing) of an amendment curve.

[Drawing 21] It is a flow chart for explaining the color correction table generation processing in which color temperature adjustment is possible.

[Drawing 22] It is drawing for explaining the color correction processing by the 3rd color correction section 130.

[Description of Notations]

100 Image-Processing Section

102 Gamma Amendment Section

110 1st Color Correction Section

112 1st Color Correction Table Generation Section
114 LUT Data Storage Section
116 Gamma Value Input Section
120 2nd Color Correction Section
130 3rd Color Correction Section
140 L/V Mechanical Component
160 Memory for Device Property Preservation
150 2nd Color Correction Table Generation Section
170 Photosensor

.....
[Translation done.]

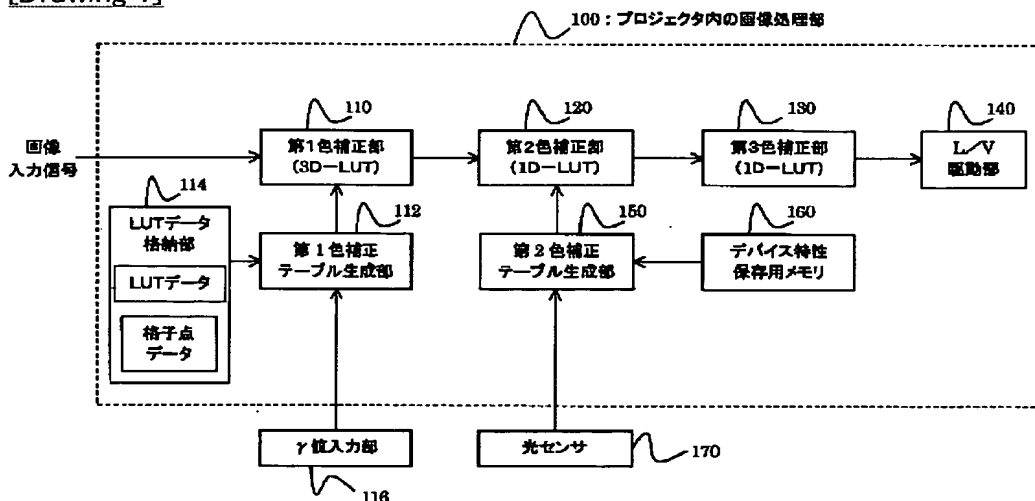
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

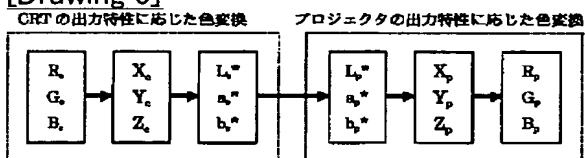
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

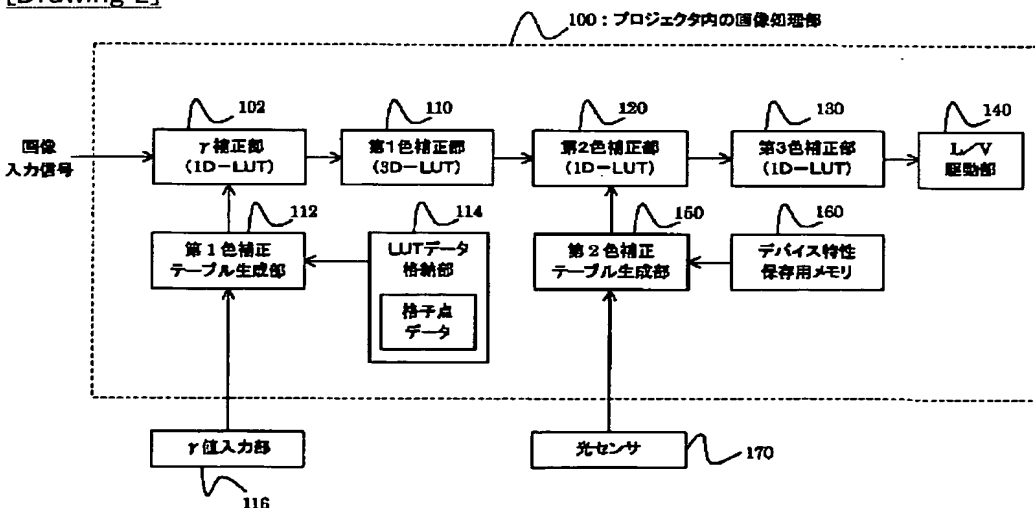
[Drawing 1]



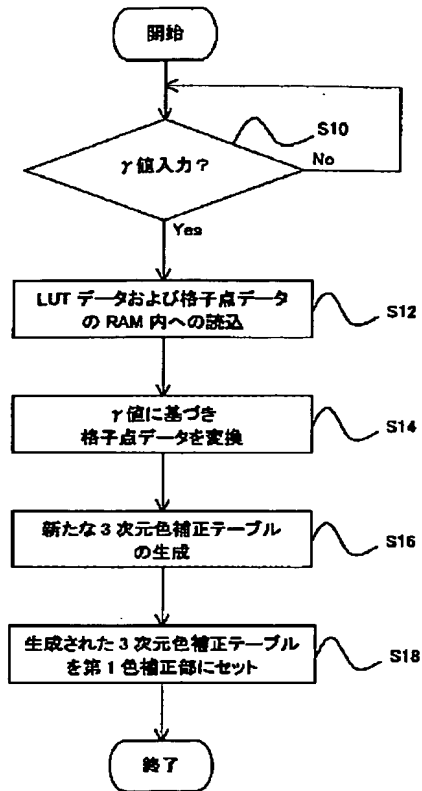
[Drawing 5]



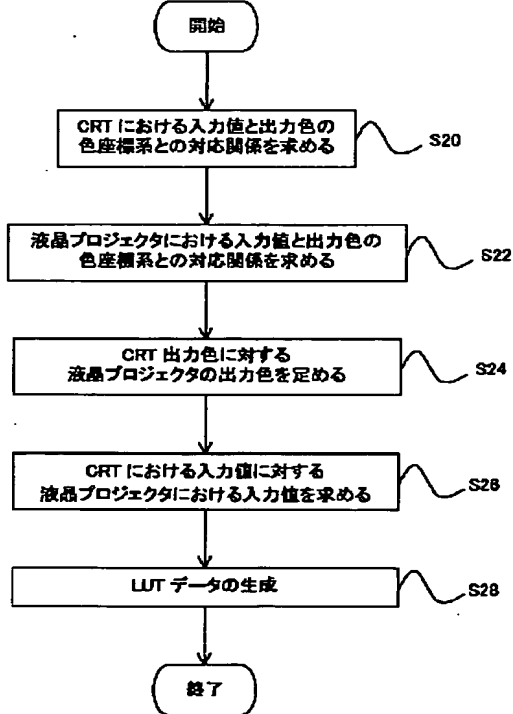
[Drawing 2]



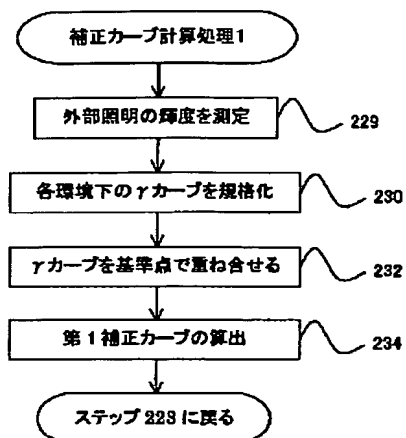
[Drawing 3]



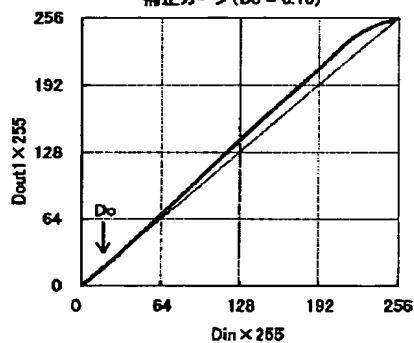
[Drawing 4]



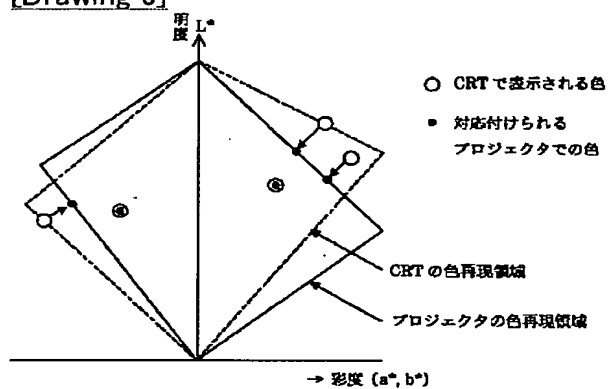
[Drawing 9]



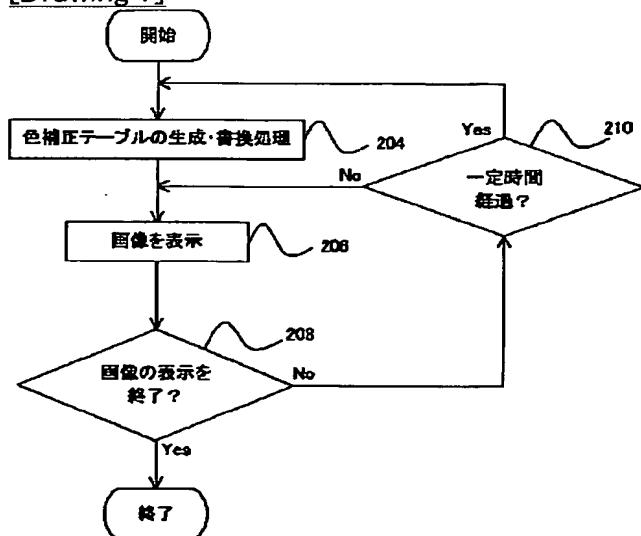
[Drawing 13]

補正カーブ ($D_{50} = 0.10$)

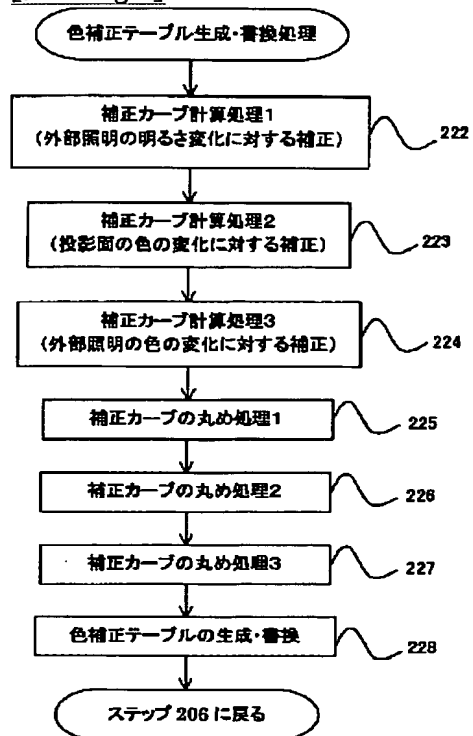
[Drawing 6]



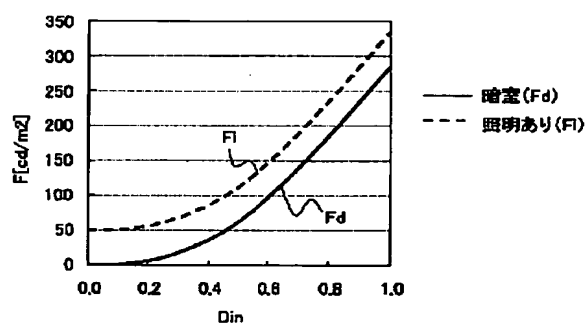
[Drawing 7]



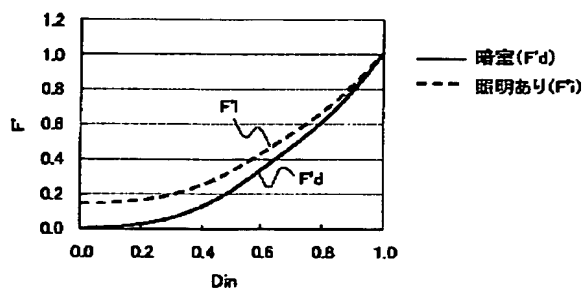
[Drawing 8]



[Drawing 10]

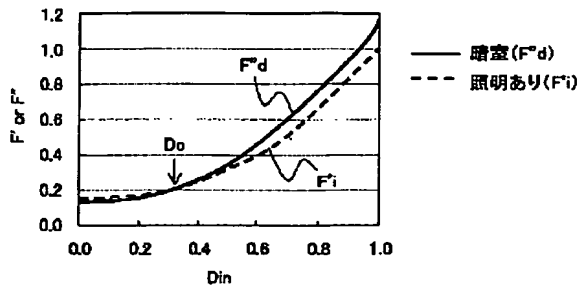
各環境下の γ カーブ

[Drawing 11]

 γ カーブの規格化

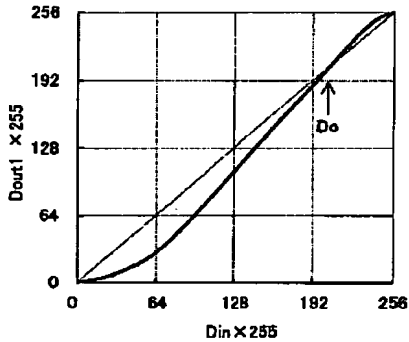
[Drawing 12]

γ カーブを基準点 D_0 で合わせる



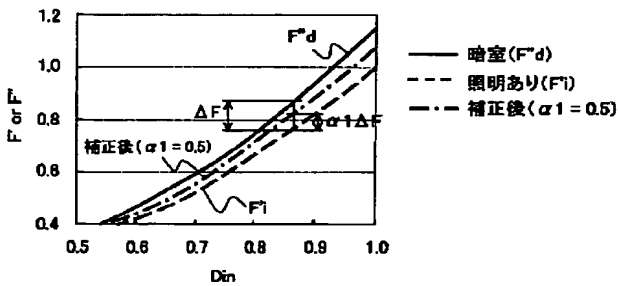
[Drawing 14]

補正カーブ ($D_0 = 0.80$)

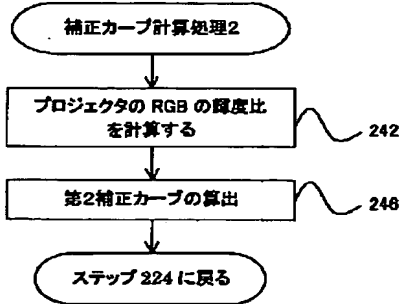


[Drawing 15]

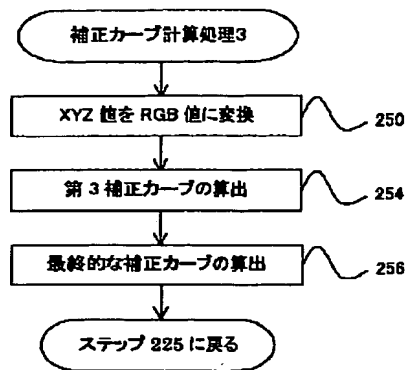
補正量の調整



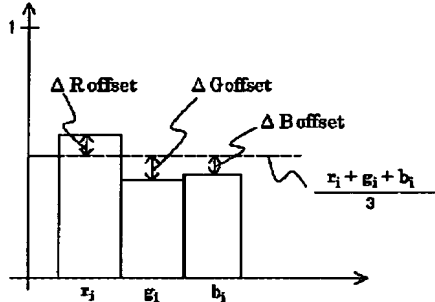
[Drawing 16]



[Drawing 17]

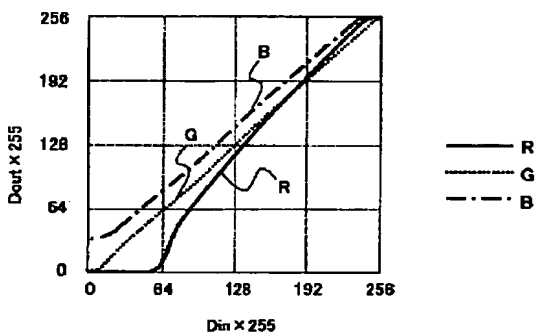


[Drawing 18]



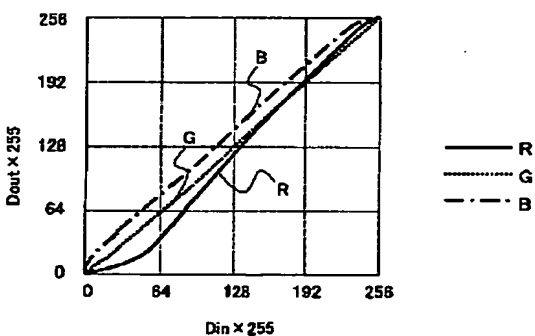
[Drawing 19]

補正カーブの例(丸め処理前)

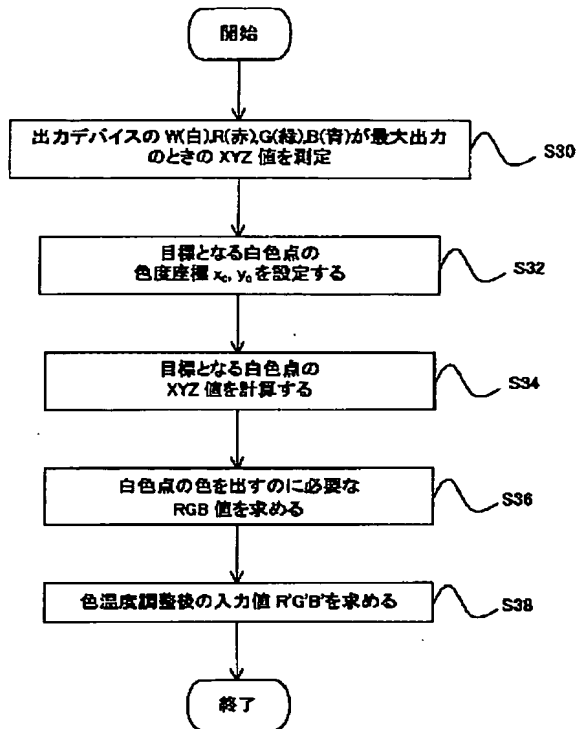


[Drawing 20]

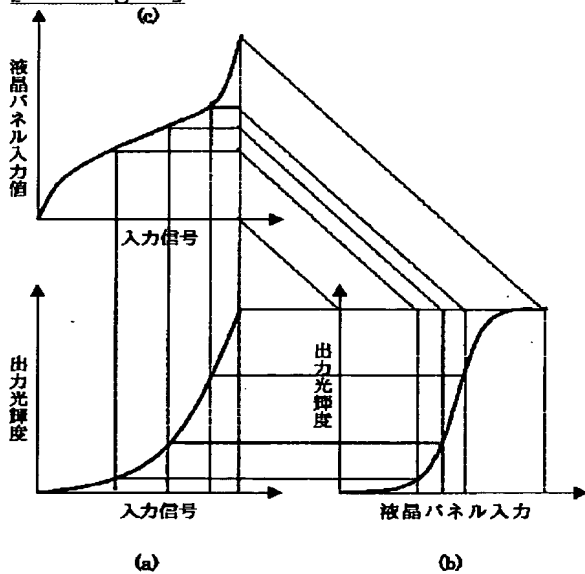
補正カーブの例(丸め処理後)



[Drawing 21]



[Drawing 22]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-262304

(P2002-262304A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 4 N 9/73		H 0 4 N 9/73	B 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 1 0	G 0 6 T 1/00	5 1 0 5 C 0 6 6
G 0 9 G 5/00	5 5 0	G 0 9 G 5/00	5 5 0 C 5 C 0 7 7
5/02		5/02	B 5 C 0 7 9
5/06		5/06	5 C 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-61581(P2001-61581)

(22) 出願日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 金井 政史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100097490

弁理士 細田 益稔

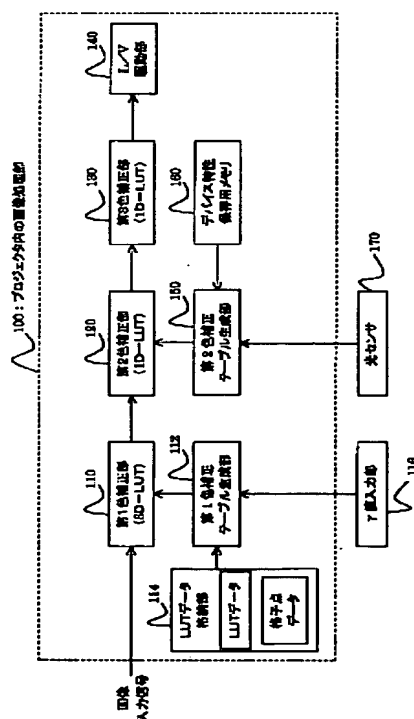
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置、画像処理方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】 メモリ容量を節約しつつ適切な色再現が可能な画像表示装置、画像処理方法およびプログラムを提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明による、入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置によれば、第1色補正部110によって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための3次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。そして、第2色補正手段120によって、外部環境に応じた色補正を行なうための1次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置であって、当該画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正手段と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正手段と、を備える画像表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、前記第 1 色補正手段が、前記特性値に基づき、前記 3 次元色補正テーブルの格子点データを書き換えるための書換手段を備えている画像表示装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、色温度を調整するためのものである画像表示装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の明るさの変化に対する補正を行なうためのものである画像表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、投影面の色の変化に対する補正を行なうためのものである画像表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の色の変化に対する補正を行なうためのものである画像表示装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記特性値を入力するための手段をさらに備えている画像表示装置。

【請求項 8】 前記画像表示装置がプロジェクタである、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像表示装置。

【請求項 9】 請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記特性値が特性基準値のときに、前記書換手段による格子点データの書き換えを行わない画像表示装置。

【請求項 10】 画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理方法であって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正

テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正工程と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正工程と、を備える画像処理方法。

【請求項 11】 画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

- 10 前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正処理と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正処理と、をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

- 20 【発明の属する技術分野】本発明は、出力画像に対して所望の色補正を施す画像表示装置、画像処理方法およびプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】プロジェクタなどの画像表示装置の場合、装置の種類によって色再現領域が異なるので、表示画像の色が変化することがある。これを防止するために、画像処理装置の色特性を一般的な CRT モニタの色特性に合わせるカラーマッチングと呼ばれる処理を行うのが一般的である。

- 30 【0003】また、プロジェクタなどの画像表示装置を使用する場合、外部環境が変化しても製作者の意図した画像を再現できることが重要である。特に、外部環境の変化として、外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変わる場合を考慮しなければ適切な色の再現を行うことは困難である。

【0004】これらのカラーマッチングおよび外部環境に対する補正には、一般的に色補正テーブルが用いられる。

【0005】

- 40 【発明が解決しようとする課題】しかし、プロジェクタなどの画像表示装置の場合、メモリ容量の制約のため、色補正テーブルのデータを多く保有する事は困難である。すなわち、プロジェクタの場合、1 台 1 台の個体差が大きいため、各機体ごとに適合する色補正テーブルを格納していなければならない。

【0006】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、メモリ容量を節約しつつ適切な色再現が可能な画像表示装置、画像処理方法およびプログラムを提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題に鑑み、請求項 1 に記載の発明は、入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置であって、当該画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正手段と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正手段と、を備えて構成される。

【0008】以上のように構成された、入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置によれば、第 1 色補正手段によって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。そして、第 2 色補正手段によって、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。

【0009】また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の画像表示装置であって、前記第 1 色補正手段が、前記特性値に基づき、前記 3 次元色補正テーブルの格子点データを書き換えるための書換手段を備えて構成される。

【0010】さらに、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、色温度を調整するためのものである。

【0011】また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の明るさの変化に対する補正を行なうためのものである。

【0012】さらに、請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、投影面の色の变化に対する補正を行なうためのものである。

【0013】また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の色の变化に対する補正を行なうためのものである。

【0014】さらに、請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記特性値を入力するための手段をさらに備えて構成される。

【0015】また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、

前記画像表示装置がプロジェクタであるように構成される。

【0016】さらに、請求項 9 に記載の発明は、請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記特性値が特性基準値のときに、前記書換手段による格子点データの書き換えを行わないように構成される。

【0017】また、請求項 10 に記載の発明は、画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理方法であって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正工程と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正工程と、を備えて構成される。

【0018】さらに、請求項 11 に記載の発明は、画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正処理と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正処理と、をコンピュータに実行させるように構成される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0020】第 1 実施形態
システム構成

図 1 に、本発明の画像表示装置の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部 100 の機能ブロック図を示す。本発明の画像表示装置としては、プロジェクタの他、CRT、液晶ディスプレイなども含まれる。

【0021】本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部 100 は、第 1 色補正テーブル生成部 112 によって生成された色補正テーブルに基づきカラーマッチングを行う第 1 色補正部 110 と、第 2 色補正テーブル生成部 150 によって生成された色補正テーブルに基づき所望の色補正を行う第 2 色補正部 120 と、液晶ライトバルブの出力特性を調整するための第 3 色補正部 130 と、液晶ライトバルブを駆動して画像の投影表示を行うための L/V（ライトバルブ）駆動部 140 と、を備えて構成される。

【0022】また、前記画像処理部 100 は、プロジェクタの γ 値を入力するための γ 値入力部 116 と、カラーマッチング用の 3 次元色補正テーブル（3D-LU

10

20

30

40

50

T)を生成するための色補正テーブル内のデータ(変換値、LUTデータ)および格子点データを対応付けて格納しているLUTデータ格納部114と、 γ 値入力部116によって入力された γ 値およびLUTデータ格納部114に格納されたデータに基づいてカラーマッチング用の3次元色補正テーブルを生成するための第1色補正テーブル生成部112と、を備えている。

【0023】さらに、画像処理部100は、暗室内で基準投影面に対して出力した場合のプロジェクトの色特性情報を格納しておくためのデバイス特性保存メモリ160と、プロジェクトおよび外部照明のスクリーンによる反射光の輝度を測定するための光センサ170と、光センサ170の測色値とデバイス特性保存用メモリに格納されている情報とに基づき外部照明の影響を考慮した1次元色補正テーブル(1D-LUT)を生成する第2色補正テーブル生成部150と、を備えて構成される。

【0024】本発明の第1実施形態によるプロジェクトでは、まず、第1色補正テーブル生成部112によって生成される色補正テーブルを参照して、パーソナルコンピュータなどから供給される画像入力信号に対して、第1色補正部110によってカラーマッチングが施される。そして、当該カラーマッチングされた画像信号は、第2色補正テーブル生成部150によって生成される色補正テーブルを参照して、第2色補正部120によって外部照明の影響を考慮した所望の色補正がなされる。色補正された画像信号は、第3色補正部130によって、液晶ライトバルブの出力特性を考慮した調整がなされる。L/V駆動部140は、当該調整されたアナログ信号に基づき、液晶ライトバルブを駆動して画像の投影表示を行う。

【0025】画像処理部100の動作

以下に説明する色補正テーブルの生成処理、画像処理などの画像処理部100による処理は、プロジェクトのプログラム格納部(図示せず)に記録された画像処理プログラムを実行することによって行われる。前記プログラム格納部は、画像処理プログラムを記録した媒体を構成する。さらに、当該画像処理プログラム自体も、本願発明の範囲内に包含される。

【0026】(1) 第1色補正部110における色補正

第1色補正部110は、第1色補正テーブル生成部112によって、以下のようにして生成された3次元色補正テーブルに基づきカラーマッチングを行う

(1-1) 第1色補正テーブル生成部112による処理

次に、図3を参照して、第1色補正テーブル生成部112による色補正テーブル生成処理を説明する。

【0027】まず、 γ 値入力部116からプロジェクトの γ 値(プロジェクトの特性値)が入力されると(S10、Yes)、プロジェクトのROM内のLUTデータ

格納部114に格納されているテーブル内のデータ(変換値:LUTデータ)および格子点データがRAM内に読み込まれる(S12)。

【0028】そして、第1色補正テーブル生成部112は、入力された γ 値に基づき、格子点データを書き換える(S14)。LUTデータ格納部114に格納されているテーブル内のデータは、 γ 値が2.2(特性基準値)のプロジェクト用に作成されているので、プロジェクトの γ 値に基づいて格子点のデータを書き換える必要がある。具体的には、入力された γ 値に基づき、格子点の値(R, G, B)を

$$R' = R^{2.2/\gamma}$$

$$G' = G^{2.2/\gamma}$$

$$B' = B^{2.2/\gamma}$$

によって(R', G', B')に変換する。

【0029】そして、第1色補正テーブル生成部112は、変換された格子点の値(R', G', B')と、LUTデータ格納部114に格納されているテーブル内の変換値とを対応付けて新たな3次元色補正テーブルを生成して(S16)、当該生成された3次元色補正テーブルを第1色補正部110にセットして(S18)、処理を終了する。

【0030】このように、1つの3次元色補正テーブルを格納しておき、プロジェクトの γ 値に基づき格子点データを書き換えるように構成するのは、3次元色補正テーブルを格納するのには、1次元色補正テーブルと比較して多くのメモリ容量を必要とするので、これを節約するためである。

【0031】(1-2) LUTデータ格納部114に格納されているLUTデータの生成処理

次に、図4を参照して、LUTデータ格納部114に格納されているLUTデータの生成処理を説明する。当該実施形態では、プロジェクトの色特性をCRTの色特性(基準色特性)に適合させる場合について説明する。

【0032】まず、CRTにおける入力値(R_c, G_c, B_c)と出力色の色座標(X_c, Y_c, Z_c , $L_c * a_c * b_c$ など)との対応関係を求める(S20)。代表的な色についての対応関係は、実際に色をCRTから出力させ、出力された光を測定することによって求め、残りの色についての対応関係は補間計算などで求める。そして、プロジェクトにおける入力値(R_p, G_p, B_p)と出力色の色座標(X_p, Y_p, Z_p , $L_p * a_p * b_p$ など)との対応関係を求める(S22)。同様に、代表的な色についての対応関係は、実際に色をプロジェクトから出力させ、出力された光を測定することによって求め、残りの色についての対応関係は補間計算などで求める。

【0033】次に、CRTの出力色($L_c * a_c * b_c$ *)に対する液晶プロジェクトの出力色($L_p * a_p * b_p$ *)を定める(S24)。通常は同じ色同士($L_c * = L_p *$, $a_c * = a_p *$, $b_c * = b_p *$)を対応付ける。しかし、CRTの出力色

$(L_c * a_c * b_c)$ がプロジェクタで出力できない色の場合は、図 6 に示すように、プロジェクタで出力できる色のうち比較的その色に近い色（例えば、色相が同じで色座標上の距離が最も小さい色）を対応付ける。

【0034】そして、図 5 に示すように、S20～S26 から求められた対応関係に基づき、各 R_c, G_c, B_c 値に対する R_b, G_b, B_b の値を求め、LUT データを生成する (S28)。

【0035】当該実施形態では、以上のようにして生成された LUT データおよび格子点データが LUT データ格納部 114 に予め格納されているものとする。

【0036】(2) 第 2 色補正部 120 における色補正 (外部環境の変化を考慮した色補正)

(2-1) 外部照明および投影面の変化を考慮した色補正

次に、図 7 を参照して、本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の第 2 色補正部 120 の動作を説明する。

【0037】まず、本発明によるプロジェクタの使用が開始されると、第 2 色補正テーブル生成部 150 によって色補正テーブルの生成・書換処理が行われる (ステップ 204)。当該色補正テーブルの生成・書換処理に関しては、以下で図 8 を参照して詳細に説明する。

【0038】そして、色補正テーブルの生成・書換処理の後、書き換えられた色補正テーブルを参照して第 2 色補正部 120 によって色補正された画像信号に基づき、画像の表示が行われる (ステップ 206)。ここで、画像の表示を終了せず (ステップ 208、No)、前回の色補正テーブルの生成・書換処理終了時から一定時間経過していない場合 (ステップ 210、No)、ステップ 206 の画像の表示状態が継続する。一方、画像の表示を終了せず (ステップ 208、No)、前回の色補正テーブルの生成・書換処理終了時から一定時間経過した場合 (ステップ 210、Yes)、時間の経過とともに外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変化する場合は考慮して、再度色補正テーブルの生成・書換処理を行い (ステップ 204)、画像の表示を行う (ステップ 206)。本発明によれば、一定時間毎に外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色の変化を考慮して色補正テーブルを書き換えるので、外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変化しても適切な色再現が可能となる。

【0039】そして、プロジェクタの電源をオフするなどして画像の表示を終了する場合 (ステップ 208、Yes) には処理を終了する。

【0040】色補正テーブルの生成・書換処理
次に、図 8 を参照して、本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の第 2 色補正テーブル生成部 150 による色補正テーブルの生成・書換処理 (図 7 のステップ 204 における処理) について説明する。

【0041】当該色補正テーブルの生成・書換処理では、まず、色補正カーブ計算処理 1 (外部照明の明るさの変化に対する補正) (ステップ 222)、色補正カーブ計算処理 2 (投影面の色の変化に対する補正) (ステップ 223) および色補正カーブ計算処理 3 (外部照明の色の変化に対する補正) (ステップ 224) がそれぞれ行われる。次に、3 段階の補正カーブの丸め処理 1、2 および 3 が行われる (ステップ 225、226 および 227)。各補正カーブ計算処理および補正カーブ丸め処理については、後に詳述する。

【0042】そして、計算された補正カーブに基づいて、新たな一次元色補正テーブルが生成され、第 2 色補正部 120 で参照される一次元色補正テーブルが、新たに生成された一次元色補正テーブルによって書き換えられ (ステップ 228)、ステップ 206 に戻る。

【0043】補正カーブの計算処理 1 (外部照明の明るさの変化に対する補正)

次に、図 9 を参照して、補正カーブの計算処理 1 について説明する。

【0044】補正カーブの計算処理 1 の前提として、暗室内でプロジェクタ (画像表示装置) 20 に白 ($R=G=B=255$ 階調) を出力させ、そのスクリーン 10 からの反射光の輝度を光センサ 170 で予め測定しておく。

【0045】当該補正カーブの計算処理 1 では、まず、プロジェクタからの出力がない状態で、外部照明のスクリーン 10 からの反射光の輝度を測定する (ステップ 229)。

【0046】次に、各環境下で γ カーブを規格化する (ステップ 230)。W (白)、R (赤)、G (緑)、B (青) のいずれの補正カーブも同一のカーブとなるので、当該実施の形態では一例として W に関して補正カーブを計算する。各環境下 (暗室の場合および外部照明が存在する場合) における γ カーブを以下のように仮定する。ここで、 γ は対象となるプロジェクタの階調特性である。ガンマは、対象となるプロジェクタの階調特性を実際に測定して求め、その平均的な値を用いるのが適当である。当該実施の形態では、一例として、 $\gamma=2.2$ とする。暗室の場合：

$$Fd(Din) = Yw \cdot Din^{\gamma} \quad \cdots (1)$$

外部照明が存在する場合：

$$Fi(Din) = Yw \cdot Din^{\gamma} + Yi \quad \cdots (2)$$

各環境下における γ カーブを図 10 に示す。

【0047】ここで、F がスクリーンからの反射光の合計輝度、Din が RGB のデジタル入力値 (0～255 階調) を 0～1 に規格化したもの、 Yw がプロジェクタの白の輝度、 Yi が照明の輝度である。そして、これらの式 (1) および式 (2) を、各環境下でプロジェクタが白を出力した時の輝度 (暗室の場合： Yw 、外部照明外存在する場合： $Yw+Yi$) で目が順応しているという仮定の下で規格

化する。すなわち、式(1)および式(2)を、各環境下でプロジェクトが白を出力した時の輝度（暗室の場合： Y_w 、暗室の場合：

外部照明が存在する場合：

$$F'_d(Din) = F_d(Din) / Y_w = Din^\gamma \quad \dots (3)$$

外部照明が存在する場合：

$$F'_i(Din) = F_i(Din) / (Y_w + Y_i) = (Y_w \cdot Din^\gamma + Y_i) / (Y_w + Y_i) \quad \dots (4)$$

となる。

【0048】各環境下における規格化された γ カーブを図11に示す。

【0049】次に、 γ カーブを基準点 Do で重ね合わせる※10

$$\begin{aligned} F''_d(Din) &= F'_d(Din) + \{F'_i(Do) - F'_d(Do)\} \\ &= F'_d(Din) - F'_d(Do) + F'_i(Do) \end{aligned}$$

とする。ここで、式(3)および式(4)を用いると、

$$F''_d(Din) = Din^\gamma - Do^\gamma + (Y_w \cdot Do^\gamma + Y_i) / (Y_w + Y_i) \quad \dots (5)$$

となる。

【0050】そして、式(5)を用いて第1補正カーブを算出する（ステップ234）。

【0051】このように当該実施形態では、図12に示すように、基準点 Do 付近で、外部照明が存在する場合の補正カーブの出力値と、暗室の場合の補正カーブの出力値とが一致するように第1補正カーブを形成する。

【0052】そして、基準点 Do 付近での相対的なコントラスト（ γ カーブの傾き）が、外部照明の有無によって★

$$(Y_w \cdot Dout1^\gamma + Y_i) / (Y_w + Y_i) = Din^\gamma - Do^\gamma + (Y_w \cdot Do^\gamma + Y_i) / (Y_w + Y_i)$$

これより、

$$Dout1 = [(1 + Y_i / Y_w) Din^\gamma - (Y_i / Y_w) Do^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (7)$$

照明によるコントラスト低下を補正する際の中心となる階調 Do を変化させることによって第1補正カーブは様々な値に変化する。一般的に、 Do の値が小さいと、図13に示すような第1補正カーブとなり、投影画面が白いように見え、淡い色調となる。一方、 Do の値を大きくすると、図14に示すような第1補正カーブとなり、投影画面が黒いように見え、低階調での階調変化がさらに少なくなる（いわゆる、階調のつぶれが顕著になる）。 Do を適当な値にすることによって、投影画像の全体的な明るさを☆

$$Dout1 = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) Din^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) Do^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (8)$$

となる。従って、RGBの各色の第1補正カーブの式は、

$$D_{r,out1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{r,in}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) Do^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (9)$$

$$D_{g,out1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{g,in}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) Do^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (10)$$

$$D_{b,out1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{b,in}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) Do^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (11)$$

となる。

【0056】補正量を $\alpha 1$ 倍することは、結果として照明の輝度 Y_i を $\alpha 1$ 倍することに相当する。なお、 $\alpha 1$ の値は、 $0.8 \leq \alpha 1 \leq 1$ の範囲内であることが好ましい。

【0057】式(9)～(11)のように第1補正カーブが計算され（ステップ234）、図8のステップ223に戻り、補正カーブ計算処理2が行われる。

【0058】補正カーブの計算処理2（投影面の色の変化に対する補正）

次に、図16を参照して、補正カーブの計算処理2につ

※外部照明外存在する場合： $Y_w + Y_i$ ）が1になるように規格化する。具体的には、

※（ステップ232）。図12に示すように、基準点 Do で、 $F'_d(Din)$ が $F'_i(Din)$ と同一の値をとるように、 $F'_d(Din)$ を F' 軸方向に $\{F'_i(Do) - F'_d(Do)\}$ だけ平行移動させる。具体的には、

★変化しないように入力階調データを補正することによって、外部照明の有無による出力画像の色の変化を小さくする。

【0053】以上を式で表現すると以下のようになる。

$$F'_i(Dout1) = F''_d(Din) \quad \dots (6)$$

ここで、 $Dout1$ は、第1補正カーブによって補正された入力階調データである。式(4)および式(5)を式(6)に代入すると、

☆補正前とあまり変化させずに、鮮やかさが最も強調されるような補正をかけることができる。実験による評価を行った結果、 Do の値は中階調付近（ $0.25 \leq Do \leq 0.50$ 程度）が好適であることを確かめた。

【0055】さらに、図15に示すように、補正量 ΔF を $\alpha 1$ 倍（ $0 \leq \alpha 1 \leq 1$ ）して補正量を調整することもできる。補正のかかり過ぎによる、不自然な画像再現を防ぐためである。補正量を調整する場合の $Dout1$ の式(7)は、

いて説明する。

【0059】補正カーブ計算処理2の前提として、暗室内でプロジェクト（画像表示装置）20からR(赤)、G(緑)、B(青)、bk(黒)の各色を基準投影面に対して出力させ、当該各色出力の基準投影面による反射光の輝度値を光センサ170で予め測定し、デバイス特性保存用メモリ160に格納しておく。ここで、基準投影面とは、例えば、標準拡散板などの可視光領域の反射率が1に近いものを選択することができる。

【0060】さらに、暗室内でプロジェクト（画像表示

装置) 20からR(赤)G(緑)B(青)bk(黒)の各色を補正対象投影面に対して出力させ、当該各色出力の補正対象投影面による反射光の輝度値も光センサ170で予め測定しておく。

【0061】補正カーブの計算処理2では、まず、予め測定された測定値(R(赤)、G(緑)、B(青)、bk(黒))の基準投影面による反射光の輝度値、およびR(赤)、G(緑)、B(青)、bk(黒)の補正対象投影面による反射光の輝度値)に基づき、各投影面におけるプロジェクタのRGB各色の輝度比を計算する(ステップ242)。計算式は以下のとおりである。

$$y_R = (Y_R - Y_{bk}) / (Y_G - Y_{bk}) \quad \dots (12)$$

$$y_G = (Y_G - Y_{bk}) / (Y_G - Y_{bk}) = 1 \quad \dots (13)$$

$$y_B = (Y_B - Y_{bk}) / (Y_G - Y_{bk}) \quad \dots (14)$$

ここで、 Y_R 、 Y_G 、 Y_B 、 Y_{bk} は、プロジェクタのR、

$$D_{Rout2} = [y_R' / \max(y_R', y_G', y_B')]^{1/\gamma} \times D_{Rin2}, \quad y_R' = y_{R0} / y_R \quad \dots (15)$$

$$D_{Gout2} = [y_G' / \max(y_R', y_G', y_B')]^{1/\gamma} \times D_{Gin2}, \quad y_G' = y_{G0} / y_G = 1 \quad \dots (16)$$

$$D_{Bout2} = [y_B' / \max(y_R', y_G', y_B')]^{1/\gamma} \times D_{Bin2}, \quad y_B' = y_{B0} / y_B \quad \dots (17)$$

となる。ここで、 $\max(y_R', y_G', y_B')$ は y_R' 、 y_G' 、 y_B' の最大値を示している。このように補正することによって、投影面による色度の変化を測色的に補正することができる。

※

$$D_{Rout2} = [1 - \alpha 3 \{1 - y_R' / \max(y_R', y_G', y_B')\}]^{1/\gamma} \times D_{Rin2} \quad \dots (18)$$

$$D_{Gout2} = [1 - \alpha 3 \{1 - y_G' / \max(y_R', y_G', y_B')\}]^{1/\gamma} \times D_{Gin2} \quad \dots (19)$$

$$D_{Bout2} = [1 - \alpha 3 \{1 - y_B' / \max(y_R', y_G', y_B')\}]^{1/\gamma} \times D_{Bin2} \quad \dots (20)$$

となる。

【0064】ここで、

$$\Delta R_{gain} = y_R' / \max(y_R', y_G', y_B') \quad \star$$

$$D_{Rout2} = \{1 - \alpha 3 (1 - \Delta R_{gain})\}^{1/\gamma}$$

$$D_{Gout2} = \{1 - \alpha 3 (1 - \Delta G_{gain})\}^{1/\gamma}$$

$$D_{Bout2} = \{1 - \alpha 3 (1 - \Delta B_{gain})\}^{1/\gamma}$$

となる。

【0065】測定によって得られた投影面の色に対して100% ($\alpha 3 = 1$)の補正をかけると測色的には正しい補正が行われる。しかしながら、外部照明がある場合は投影画像の周囲に投影面の色が存在するため、投影画像と投影面との色の対比や外部照明に対する眼の順応の効果などによって、実際よりも補正が強かかっているように見える。この現象を解消するために、補正量を調整する。補正量 $\alpha 3$ は、各環境下において実際に画像の評価を行いながら調整する必要がある。 $\alpha 3$ の値としては、0.5~1.0が好適である。

【0066】式(21)~(23)のように第2補正カーブが計算され(ステップ246)、図8のステップ224に戻

* G、B、bk各色の輝度、 y_R 、 y_G 、 y_B はRGBの輝度比である。ここでは、Gの輝度に対する比をとっているので y_G が常に1となる。基準投影面におけるRGBの輝度比 y_{R0} 、 y_{G0} 、 y_{B0} も同様に計算する。

【0062】次に、第2補正カーブを算出する(ステップ246)。プロジェクタの一次色(RGB)は、二次色、三次色に比べて投影面の違いによる色度の変化を受けにくいので、対象となる投影面の輝度比 y_R 、 y_G 、 y_B を、基準となる投影面の輝度比 y_{R0} 、 y_{G0} 、 y_{B0} と一致するように補正をかければ、全ての色において投影面の違いによる色度の変化が補正される。補正前のRGBのデジタルの入力値を0~1の範囲に規格化したものを D_{Rin2} 、 D_{Gin2} 、 D_{Bin2} とし、補正後のRGBのデジタルの入力値を0~1の範囲に規格化したものを D_{Rout2} 、 D_{Gout2} 、 D_{Bout2} とすると、補正カーブの式は、

※【0063】このようにして、測色的には投影面による色度の変化を補正することができるが、人間の目の順応度や対比の効果を加味して補正量 $\alpha 3$ ($0 < \alpha 3 < 1$)を調整する場合、補正カーブは、

$$\star \Delta G_{gain} = y_G' / \max(y_R', y_G', y_B')$$

$$\Delta B_{gain} = y_B' / \max(y_R', y_G', y_B')$$

とすると、(18)~(20)は、

$$\times D_{Rin2} \quad \dots (21)$$

$$\times D_{Gin2} \quad \dots (22)$$

$$\times D_{Bin2} \quad \dots (23)$$

り、補正カーブ計算処理3が行われる。

【0067】ここで、補正カーブ計算処理1と補正カーブ計算処理2とは、ともに入力値を相対的に補正するための処理である。すなわち、第1補正カーブの式(9)~(11)と、第2補正カーブの式(21)~(23)とにおいて、入力値に対して補正パラメータが掛け算されて出力値が得られる。従って、補正カーブ計算処理1と、補正カーブ計算処理2とを逆の順番で行うこと、すなわち、図8のステップ222とステップ223とを入れ換えることができる。

【0068】補正カーブ計算処理3(外部照明の色の变化に対する補正)

次に、図17を参照して、補正カーブの計算処理3につ

いて説明する。

【0069】補正カーブ計算処理3の前提として、暗室内でプロジェクタ（画像表示装置）20からR(赤)G(緑)B(青)bk(黒)の各色を出力させ、当該各色出力のスクリーンによる反射光のXYZ値を光センサ170で予め測定してデバイス特性保存用メモリ160に格納しておく。また、プロジェクタからの出力がない状態で、外部照明のスクリーン10からの反射光のXYZ値も予め測定しておく。

【0070】当該補正カーブの計算処理3では、まず、上記のように予め測定された値（プロジェクタの各色のXYZ値）をRGB値に変換する（ステップ250）。当該実施形態では、照明の色をプロジェクタのRGB値で表現するために、プロジェクタのRGB値とXYZ値との間の変換を行うための行列Mを、上記のように測定されたプロジェクタの各色のXYZ値から求める。行列Mおよび変換式は、

【0071】

【数1】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{bk} \\ Y_{bk} \\ Z_{bk} \end{bmatrix} + M \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots (24)$$

$$M = \begin{bmatrix} X_R - X_{bk} & X_G - X_{bk} & X_B - X_{bk} \\ Y_R - Y_{bk} & Y_G - Y_{bk} & Y_B - Y_{bk} \\ Z_R - Z_{bk} & Z_G - Z_{bk} & Z_B - Z_{bk} \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots (25)$$

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_R^\gamma \\ D_G^\gamma \\ D_B^\gamma \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots (26)$$

となる。ここで、 X_c, Y_c, Z_c ($c=R, G, B, bk$) はプロジェクタの各R, G, B, bk色のXYZ値、 D_R, D_G, D_B はRGBのデジタルの入力値（0～255）を0から1の範囲に規格化したもの、 γ はプロジェクタの階調特性である。ガンマは、補正カーブの計算処理1と同様に、対象となるプロジェクタの階調特性を実際に測定して求め、当該実施の形態では、一例として、 $\gamma=2.2$ とする。

【0072】そして、照明のXYZ値を $X_i Y_i Z_i$ とすると、照明の色をプロジェクタの混色として表現する場合のRGB値 r_i, g_i, b_i は、

【0073】

【数2】

$$\begin{bmatrix} r_i \\ g_i \\ b_i \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots (27)$$

となる。

【0074】次に、 r_i, g_i, b_i を用いて第3補正カー

ブを算出する（ステップ254）。完全な等色の再現は、式(27)で求められる r_i, g_i, b_i をそのままプロジェクタのRGBの出力からオフセットとして減算することによって実現される。しかしながら、この方法では、プロジェクタの階調が大きくつぶれてしまい現実的ではない。

【0075】そこで、当該実施形態では、図18に示すように、 r_i, g_i, b_i の平均値からの差 ΔR_{offset} 、 ΔG_{offset} 、 ΔB_{offset} をオフセットとして差し引くという方法をとる。これによって照明の色とオフセットの色とを重ね合せた色がプロジェクタのグレイと同一の色度となる。

【0076】このようにして、測色的には照明の色の影響を補正することができるが、人間の目の順応度や対比の効果を加味して補正量を調整する場合は、 ΔR_{offset} 、 ΔG_{offset} 、 ΔB_{offset} の値を $(\alpha 2)$ 倍（ $0 < \alpha 2 < 1$ ）する。測定によって得られた照明の色に対して100%（ $\alpha 2 = 1$ ）の補正をかけると測色的には正しい補正が行われるが、補正のかかり過ぎによって不自然な画像再現になってしまう場合がある。この現象を解消するために、補正量を調整する。補正量 $\alpha 2$ は、各環境下において実際に画像の評価を行いながら調整する必要がある。 $\alpha 2$ の値としては、0.2～0.5が好適である。

【0077】ところで、プロジェクタのRGB出力を r, g, b 、補正後のプロジェクタの出力を r', g', b' として、当該補正処理を式によって表現すると、以下ようになる。但し、説明を簡単にするためRの式のみを示す。すなわち、式(26)より、

$$r(D_R) (=D_R^\gamma) \quad \cdots (28)$$

を補正量 $\alpha 2$ を用いて調整すると、プロジェクタのRの補正後の出力 $r'(D_R)$ は、

$$r'(D_R) = D_R^\gamma - \alpha 2 \Delta R_{offset} \quad \cdots (29)$$

$$\Delta R_{offset} = r_i - (r_i + g_i + b_i) / 3$$

となる。以上より、補正前の入力値を D_{Rin3} 、補正後の入力値を D_{Rout} とすれば、第3補正カーブは、

$$r(D_{Rout}) = r'(D_{Rin3}) \quad \cdots (30)$$

となる。式(29)および式(30)より、

$$D_{Rout} = (D_{Rin3}^\gamma - \alpha 2 \Delta R_{offset})^{1/\gamma} \quad \cdots (31)$$

となる。同様に、 D_{Gout} および D_{Bout} は、

$$D_{Gout} = (D_{Gin3}^\gamma - \alpha 2 \Delta G_{offset})^{1/\gamma} \quad \cdots (32)$$

$$D_{Bout} = (D_{Bin3}^\gamma - \alpha 2 \Delta B_{offset})^{1/\gamma} \quad \cdots (33)$$

となる。

【0078】以上のようにして求められた、第1補正カーブ、第2補正カーブおよび第3補正カーブをつなぎ合わせて、最終的な補正カーブを求める（ステップ256）。すなわち、式(9)～(11)および式(21)～(23)において、

$$D_{Rin2} = D_{Rout1}$$

$$D_{Gin2} = D_{Gout1}$$

$D_{\text{b in2}} = D_{\text{b out1}}$

とするとともに、式(21)～(23)および式(31)～(33)において、

$D_{\text{r in3}} = D_{\text{r out2}}$

* $D_{\text{e in3}} = D_{\text{e out2}}$

$D_{\text{b in3}} = D_{\text{b out2}}$

とすると、最終的な補正カーブは、

$$D_{\text{r out}} = [\{1 - \alpha 3(1 - \Delta \text{Rgain})\} \times \{(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{\text{r in}}^{\gamma} - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^{\gamma}\} - \alpha 2 \Delta \text{Roffset}]^{1/\gamma} \quad \dots (34)$$

$$D_{\text{e out}} = [\{1 - \alpha 3(1 - \Delta \text{Ggain})\} \times \{(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{\text{e in}}^{\gamma} - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^{\gamma}\} - \alpha 2 \Delta \text{Goffset}]^{1/\gamma} \quad \dots (35)$$

$$D_{\text{b out}} = [\{1 - \alpha 3(1 - \Delta \text{Bgain})\} \times \{(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{\text{b in}}^{\gamma} - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^{\gamma}\} - \alpha 2 \Delta \text{Boffset}]^{1/\gamma} \quad \dots (36)$$

となる。

【0079】式(34)～(36)で計算した結果 $D_{\text{r out}}$ 、 $D_{\text{e out}}$ 、 $D_{\text{b out}}$ が負になる場合は、 $D_{\text{r out}} = D_{\text{e out}} = D_{\text{b out}} = 0$ とする。同様に、式(34)～(36)で計算した結果 $D_{\text{r out}}$ 、 $D_{\text{e out}}$ 、 $D_{\text{b out}}$ が1よりも大きくなる場合は、 $D_{\text{r out}} = D_{\text{e out}} = D_{\text{b out}} = 1$ とする。

【0080】最終的な補正カーブの一例を図19に示す。

【0081】式(34)～(36)のように最終的な補正カーブ※

$$D_{\text{out4}} = [D_{\text{out}} - |(D_{\text{out}} - D_{\text{in}})|^{\beta}] \quad (D_{\text{out}} > D_{\text{in}}) \quad \dots (37)$$

$$D_{\text{out4}} = [D_{\text{out}} + |(D_{\text{out}} - D_{\text{in}})|^{\beta}] \quad (D_{\text{out}} < D_{\text{in}}) \quad \dots (38)$$

を用いて、 D_{out} から D_{out4} を計算する。ここで、 β は丸めの度を調整するためのパラメータである。画像を実際に見ながら行った評価結果によれば $\beta = 1.5$ 程度が適当であることを確かめた。式(37)および式(38)によって、 D_{out} が0のまま変化しない階調がなくなる。このようにして、補正カーブの丸め処理1を終了後、補正カーブの丸め処理2を行なう。

★

$$D_{\text{out5}}(128) = [D_{\text{out4}}(112) + D_{\text{out4}}(120) + D_{\text{out4}}(128) + D_{\text{out4}}(136) + D_{\text{out4}}(144)] / 5 \quad \dots (39)$$

となる。当該補正カーブの丸め処理2を行うことによって補正カーブが滑らかになる。

☆

$$D_{\text{out5}}(0) = D_{\text{out4}}(0) \quad \dots (40)$$

$$D_{\text{out5}}(8) = [D_{\text{out4}}(0) + D_{\text{out4}}(8) + D_{\text{out4}}(16)] / 3 \quad \dots (41)$$

$$D_{\text{out5}}(248) = [D_{\text{out4}}(240) + D_{\text{out4}}(248) + D_{\text{out4}}(255)] / 3 \quad \dots (42)$$

$$D_{\text{out5}}(255) = D_{\text{out4}}(255) \quad \dots (43)$$

とする。このようにして、補正カーブの丸め処理2を終了後、補正カーブの丸め処理3を行なう。

【0088】補正カーブの丸め処理3

◆

$$D_{\text{out6}} = D_{\text{in}} + (D_{\text{out5}} - D_{\text{in}}) [1 - \{(0.25 - D_{\text{in}}) / 0.25\}^{\theta}] \quad (D_{\text{in}} \times 255 < 64) \quad \dots (44)$$

$$D_{\text{out6}} = D_{\text{in}} + (D_{\text{out5}} - D_{\text{in}}) [1 - \{(D_{\text{in}} - 0.75) / 0.25\}^{\theta}] \quad (D_{\text{in}} \times 255 > 192)$$

)

※が求められ(ステップ256)、図8のステップ225における補正カーブの丸め処理1が行われる。

【0082】補正カーブの丸め処理1

次に、補正カーブの丸め処理1を行う(ステップ225)。

【0083】図19に示すように、式(34)で求めた補正カーブでは、低階調および高階調の領域で D_{out} が0のまま変化しない階調が存在する。そこで、以下の手順で補正カーブに丸め処理を施す。まず、以下の式

★【0084】補正カーブの丸め処理2

次に、補正カーブの丸め処理2を行う(ステップ226)。

【0085】補正カーブの丸め処理2では、式(37)または式(38)のそれぞれの値について、その前後2点を加えた計5点での値の平均値を計算する。

【0086】 $D_{\text{in}} \times 255 = 128$ の場合を例にとると、

☆【0087】但し、以下の $D_{\text{in}} \times 255 = 0, 8, 248, 255$ の4点に関しては

◆次に、補正カーブの丸め処理3を行う(ステップ227)。

【0089】補正カーブの丸め処理3では、以下の式

を用いて、Dout6を計算する。このDout6が最終的な補正結果となる。

【0090】この結果を図20に示す。図20に示すように、Din×255=0、255の付近では、補正をかけないことになり、プロジェクトの最高輝度およびコントラストは維持される。式(44)および式(45)の θ は、Din×255=0、255付近での補正量の減衰の程度を調整するためのパラメータであり、画像を実際に見ながら行った評価結果によれば $\theta=5.0$ 程度が適当であることを確かめた。

【0091】なお、Dout5(0)およびDout5(255)が既に0になっている場合には、補正カーブの丸め処理3（ステップ227）を行わずに、Dout6=Dout5とする。

【0092】そして、補正カーブの丸め処理3の終了後、ステップ228に戻る。

【0093】当該実施形態では、第2色補正部120の順次1次元色補正テーブルを生成し、新たに生成された1次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成しているが、予め複数の1次元色補正テーブルを格納しておき、外部環境に応じて所定の1次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成することもできる。その理由は、1次元色補正テーブルの場合、3次元色補正テーブルと比較して多くのメモリ容量を必要としないので、予め複数の1次元色補正テーブルを格納しておいたとしても問題とならないからである。

【0094】（2-2）色温度調整

次に、図21を参照して、色温度調整可能な色補正テーブル生成処理に関して説明する。（2-1）では、外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変わる場合を考慮して、第2色補正テーブル生成部150が再度色補正テーブルの生成・書換処理を行い、当該書き換えられた色補正テーブルを参照してプロジェクトが画像の表示を行う例について説明した。（2-2）では、第2色補正テーブル生成部150が色温度調整可能な色補正テーブルを生成する場合について説明する。

【0095】図21に示すように、第2色補正テーブル生成部150は、光センサ150を用いて、プロジェクトのW(白)、R(赤)、G(緑)、B(青)の出力が最大のときのXYZ値を測定する（S30）。

【0096】Rの出力が最大のときのXYZ値を X_R, Y_R, Z_R 、Gの出力が最大のときのXYZ値を X_G, Y_G, Z_G 、Bの出力が最大のときのXYZ値を X_B, Y_B, Z_B とする。プロジェクトが、所定の階調特性パラメータ γ で表現される理想的な出力特性を有すると仮定すると、入力されるRGB値と出力されるXYZ値との間には

【0097】

【数3】

… (45)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}, \quad \begin{matrix} r = (R/255)^\gamma \\ g = (G/255)^\gamma \\ b = (B/255)^\gamma \end{matrix}$$

の関係が成立する。

【0098】次に、目標となる白色点の色度座標 x_0, y_0 を設定する（S32）。

【0099】そして、目標となる白色点のXYZ値を計算する（S34）。すなわち、S30において求められた Y_R, Y_G, Y_B の値およびS32において設定された x_0, y_0 の値より

$$Y_0 = Y_R + Y_G + Y_B$$

$$X_0 = Y_0 \times x_0 / y_0$$

$$Z_0 = Y_0 \times (1 - x_0 - y_0) / y_0$$

から、 X_0, Y_0, Z_0 の値が求められる。

【0100】次に、白色点の色を出すのに必要なRGBの値(R_0, G_0, B_0)を求める（S36）。

【0101】 R_0, G_0, B_0 の値は、

【0102】

【数4】

$$\begin{bmatrix} r_0 \\ g_0 \\ b_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}$$

$$R_0 = 255 \times [r_0 / \max(r_0, g_0, b_0)]^{1/\gamma}$$

$$G_0 = 255 \times [g_0 / \max(r_0, g_0, b_0)]^{1/\gamma}$$

$$B_0 = 255 \times [b_0 / \max(r_0, g_0, b_0)]^{1/\gamma}$$

によって求められる。ここで、 $\max(r_0, g_0, b_0)$ は r_0, g_0, b_0 の最大値、行列の指数-1はこの行列が逆行列であることを示す。以上より、色温度調整後の入力値 R', G', B' は以下の式

$$R' = (R_0/255) \times R \quad \dots (46)$$

$$G' = (G_0/255) \times G \quad \dots (47)$$

$$B' = (B_0/255) \times B \quad \dots (48)$$

で求められる（S38）。

【0103】このようにして、第2色補正テーブル生成部150は、式(46)～式(48)に基づき、色温度調整可能な色補正テーブルを生成する。そして、第2色補正部120は、このようにして生成された色補正テーブルに基づき色温度調整を行う。

【0104】当該実施形態では、第2色補正部120の順次1次元色補正テーブルを生成し、新たに生成された1次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成しているが、予め複数の1次元色補正テーブルを格納しておき、所定の色温度に応じて所定の1次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成することもできる。その理由は、1次元色補正テーブルの場合、3次元色補正テーブルと比較して多くのメモリ容量を必要としないので、予め複数の1次元色補正テーブルを格納し

ておいたとしても問題とならないからである。

【0105】(2-3) 当該実施形態では、「外部環境の変化を考慮した色補正」の一例として、(2-1)

「環境光および投影面の変化を考慮した色補正」と、

(2-2)「色温度調整のための色補正」とを独立に説明したが、環境光および投影面の変化を考慮した1次元色補正テーブルを用いての色補正を行なった後、色温度調整のための1次元色補正テーブルを用いての色補正を行うこともできる。

【0106】(3) 第3色補正部130における色補正

次に、図22を参照して、第3色補正部130による色補正処理に関して説明する。

【0107】まず、図22(a)に示すように、プロジェクタの出力特性を設定して、図22(b)に示すように、液晶パネルの入出力特性を測定する。そして、図22(a)および(b)に基づき、図22(c)に示すように、入力信号と液晶パネルへの入力値との対応関係を求める。

【0108】第3色補正部130は、図22(c)に示す入力信号と液晶パネルへの入力値との対応関係を表現する色補正テーブルを参照して液晶パネルの入力値を調節する。当該色補正テーブルは、各プロジェクタ毎に予め格納されている。

【0109】第2実施形態

図2に、本発明の画像表示装置の第2実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部100の機能ブロック図を示す。本発明の画像表示装置としては、プロジェクタの他、CRT、液晶ディスプレイなども含まれる。

【0110】本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部100は、第1色補正テーブル生成部112によって生成された1次元色補正テーブルを参照して、入力された γ 値に基づき、格子点データを書き換える γ 補正部102と、 $\gamma=2.2$ 用のカラーマッチングを行うための3次元色補正テーブル(3D-LUT)を参照して所望の色補正を行う第1色補正部110と、第2色補正テーブル生成部150によって生成された色補正テーブルに基づき所望の色補正を行う第2色補正部120と、液晶ライトバルブの出力特性を調整するための第3色補正部130と、液晶ライトバルブを駆動して画像の投影表示を行うためのL/V(ライトバルブ)駆動部140と、を備えて構成される。

【0111】また、前記画像処理部100は、プロジェクタの γ 値を入力するための γ 値入力部116と、格子点データを格納しているLUTデータ格納部114と、 γ 値入力部116によって入力された γ 値に基づいてLUTデータ格納部114に格納された格子点データを書き換えるための1次元色補正テーブルを生成するための第1色補正テーブル生成部112と、を備えている。

【0112】さらに、画像処理部100は、第1実施形

態と同様に、暗室内で基準投影面に対して出力した場合のプロジェクタの色特性情報を格納しておくためのデバイス特性保存メモリ160と、プロジェクタおよび外部照明のスクリーンによる反射光の輝度を測定するための光センサ170と、光センサ170の測色値とデバイス特性保存用メモリに格納されている情報とに基づき外部照明の影響を考慮した1次元色補正テーブル(1D-LUT)を生成する第2色補正テーブル生成部150と、を備えて構成される。

【0113】第2実施形態の画像処理部100は、 γ 補正部102が、図3のS12およびS14と同様に、入力された γ 値に基づき格子点データを書き換え、第1色補正部110が、書き換えられた格子点データに基づき、 $\gamma=2.2$ (特性基準値)用の3次元色補正テーブル(3D-LUT)を参照して所望の色補正を行う点において、第1実施形態の画像処理部100と異なる。第2実施形態のように、 γ 補正部102および第1色補正部110を設けても、第1実施形態の第1色補正部110と同様の処理を行うことができる。

【0114】なお、 γ 値入力部116から $\gamma=2.2$ (特性基準値)が入力された場合には、画像入力信号が、 γ 補正部102を介さずに、第1色補正部110に直接入力されるように構成することもできる。

【0115】第2色補正部120、第3色補正部130、L/V駆動部140、第2色補正テーブル生成部150、デバイス特性保存用メモリ160および光センサ170のそれぞれの構成および動作については、第1実施形態と同様であるのでその説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部の機能ブロック図である。

【図2】本発明の第2実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部の機能ブロック図である。

【図3】第1色補正テーブル生成部112による色補正テーブル生成処理を説明するためのフローチャートである。

【図4】LUTデータ格納部114に格納されているLUTデータの生成処理を説明するためのフローチャートである。

【図5】LUTデータの生成処理を説明するための図である。

【図6】CRTの色とプロジェクタの色との対応付けを説明するための図である。

【図7】本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の第2色補正部120の動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の第2色補正テーブル生成部150による色補正テーブルの生成・書換処理を説明するためのフローチャートである。

【図9】本発明による補正カーブ計算処理1（外部照明の明るさの変化に対する補正）を説明するためのフローチャートである。

【図10】各環境下における γ カーブを示すグラフ図である。

【図11】各環境下における規格化された γ カーブを示すグラフ図である。

【図12】各環境下における規格化された γ カーブを基準点 D_0 で合わせた状態を示すグラフ図である。

【図13】 D_0 を変化させた場合の補正カーブの一例を示すグラフ図（1）である。

【図14】 D_0 を変化させた場合の補正カーブの一例を示すグラフ図（2）である。

【図15】第1補正カーブの補正量 α_1 の調整を説明するための図である。

【図16】本発明による補正カーブ計算処理2（投影面の色の変化に対する補正）を説明するためのフローチャートである。

【図17】本発明による補正カーブ計算処理3（外部照明の色の変化に対する補正）を説明するためのフローチャートである。

【図18】第3補正カーブの算出原理を説明するための*

* 図である。

【図19】補正カーブの一例（丸め処理前）の一例を示すグラフ図である。

【図20】補正カーブの一例（丸め処理後）の一例を示すグラフ図である。

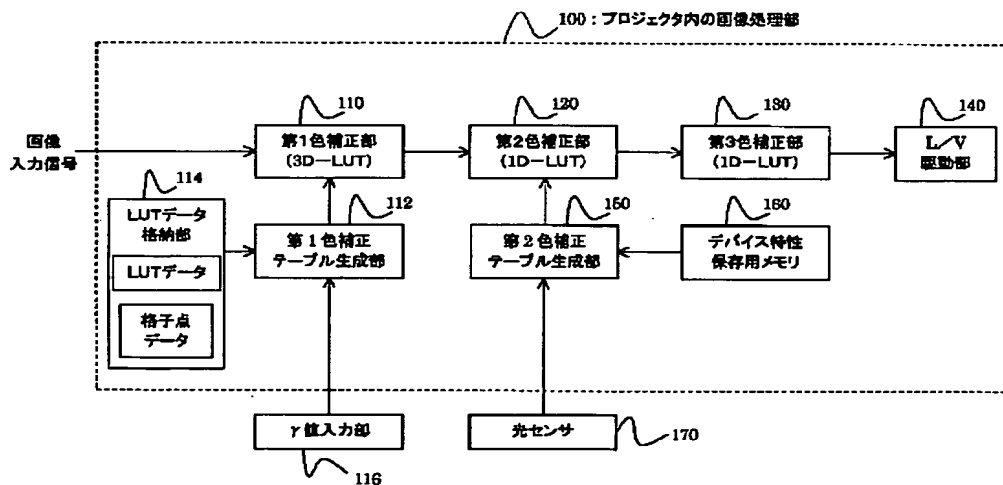
【図21】色温度調整可能な色補正テーブル生成処理を説明するためのフローチャートである。

【図22】第3色補正部130による色補正処理を説明するための図である。

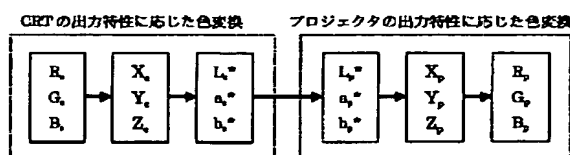
【符号の説明】

- 100 画像処理部
- 102 γ 補正部
- 110 第1色補正部
- 112 第1色補正テーブル生成部
- 114 LUTデータ格納部
- 116 γ 値入力部
- 120 第2色補正部
- 130 第3色補正部
- 140 L/V駆動部
- 160 デバイス特性保存用メモリ
- 150 第2色補正テーブル生成部
- 170 光センサ

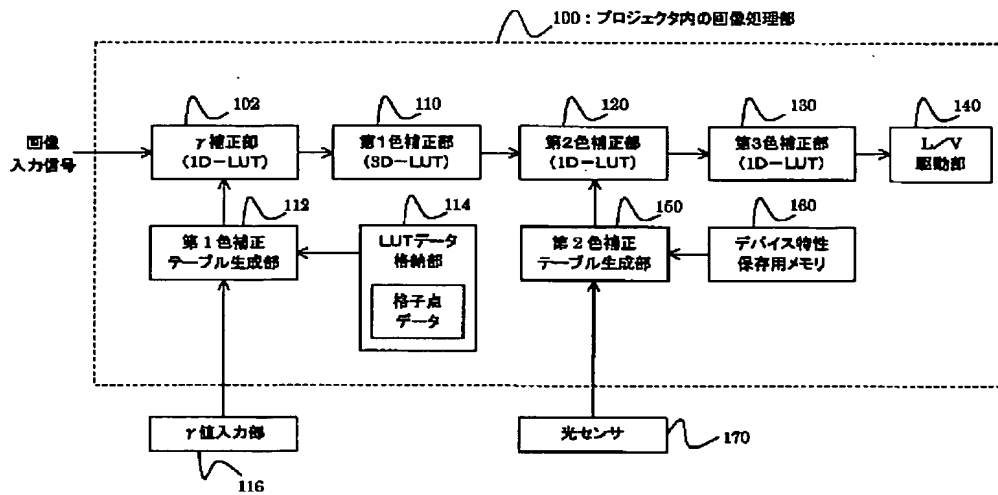
【図1】



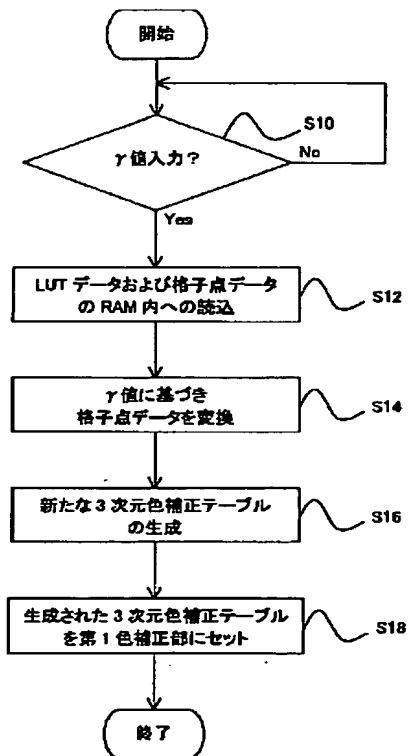
【図5】



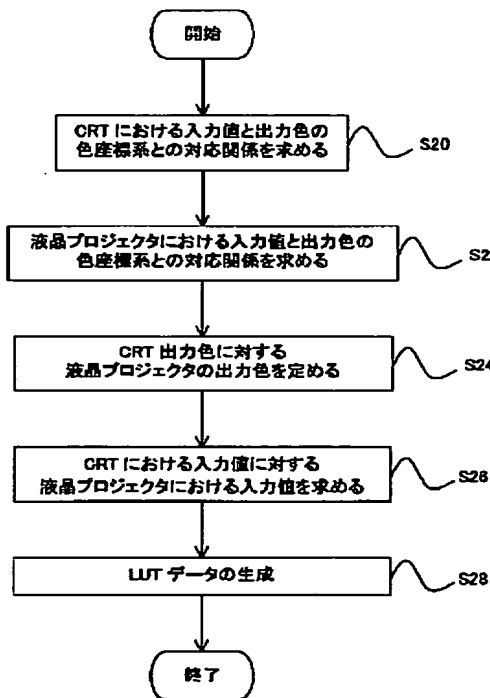
【図2】



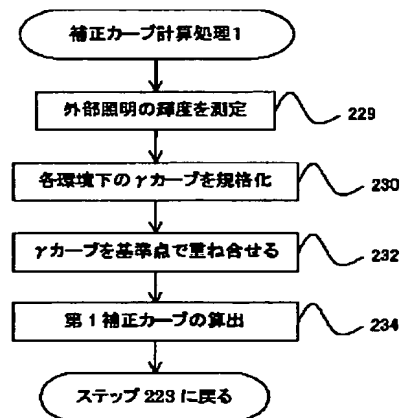
【図3】



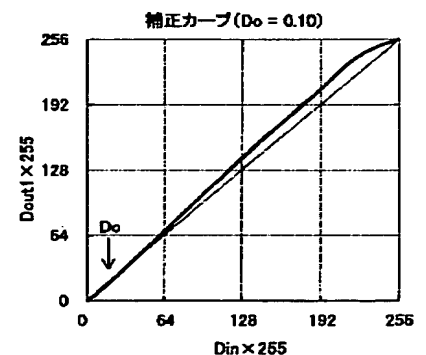
【図4】



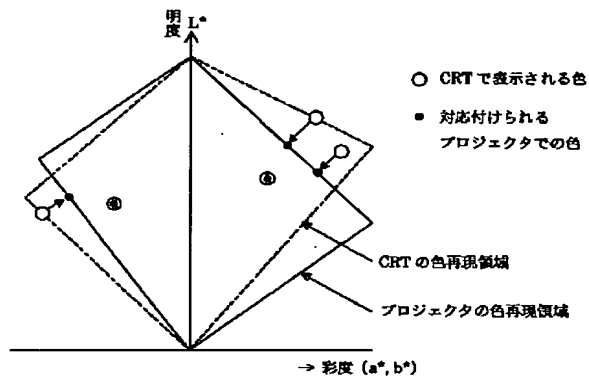
【図9】



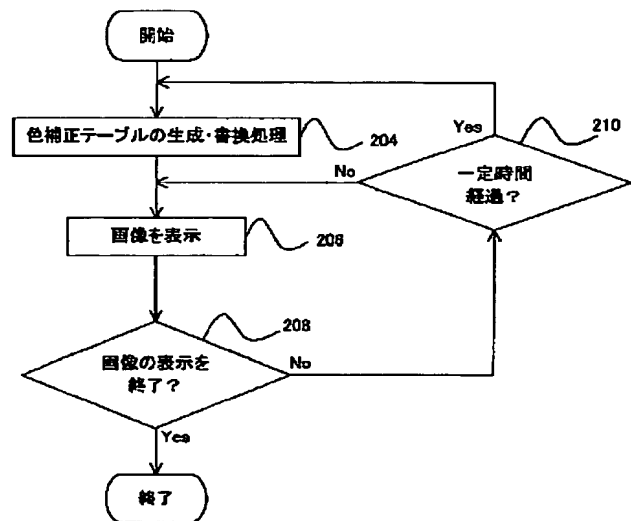
【図13】



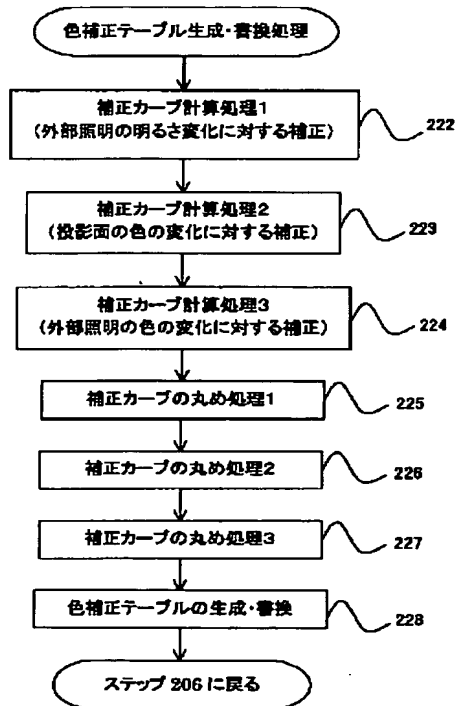
【図6】



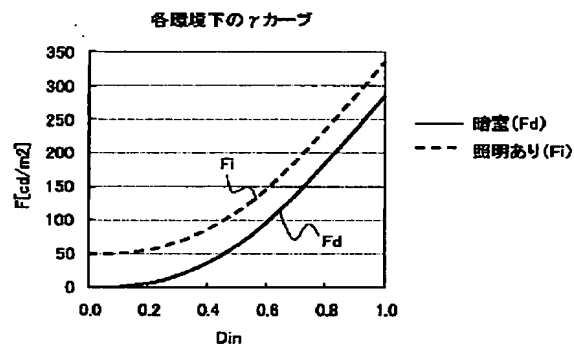
【図7】



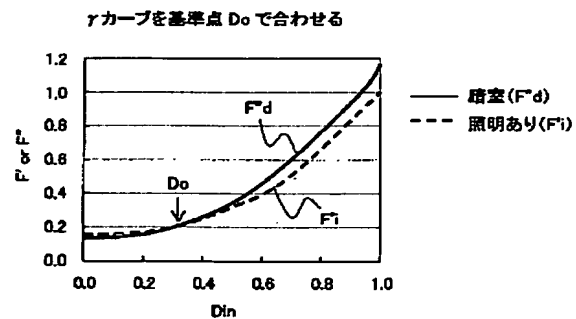
【図8】



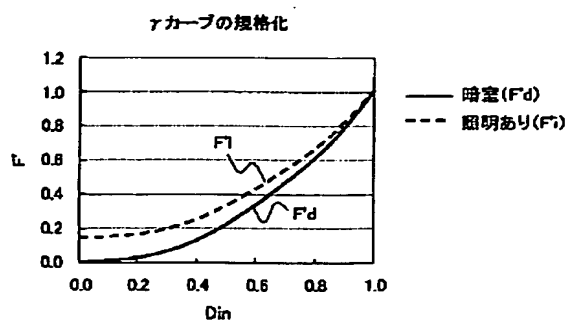
【図10】



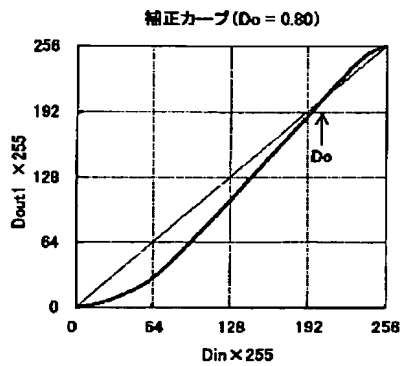
【図12】



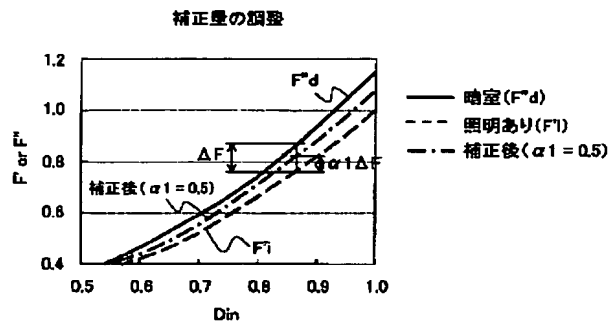
【図11】



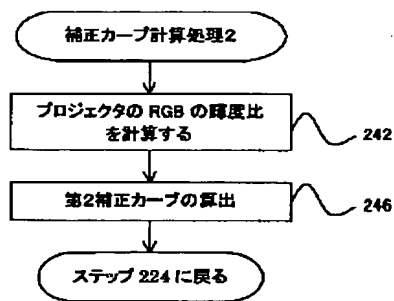
【図14】



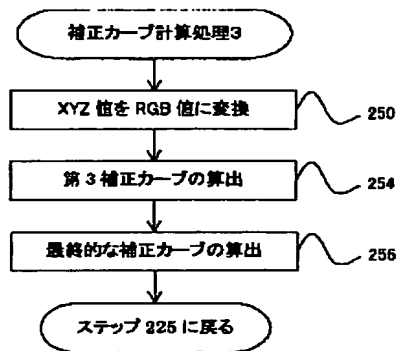
【図15】



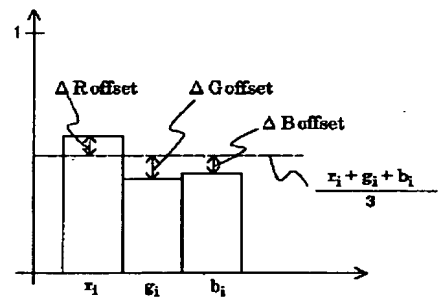
【図16】



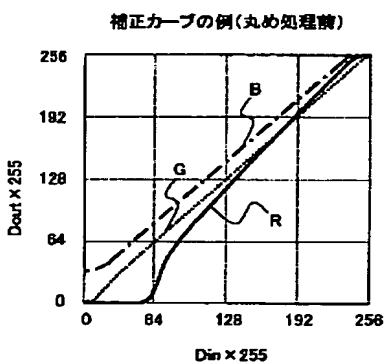
【図17】



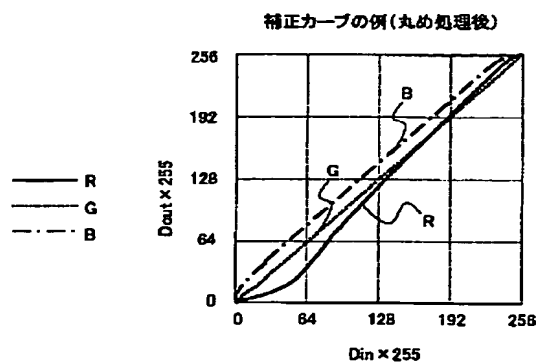
【図18】



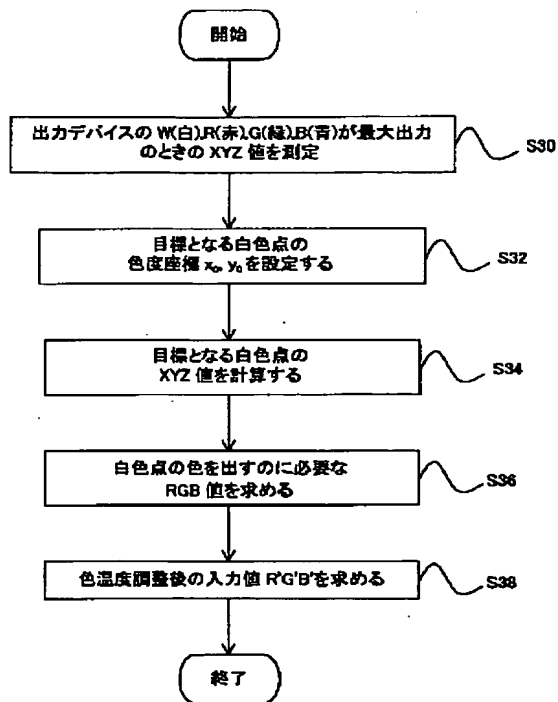
【図19】



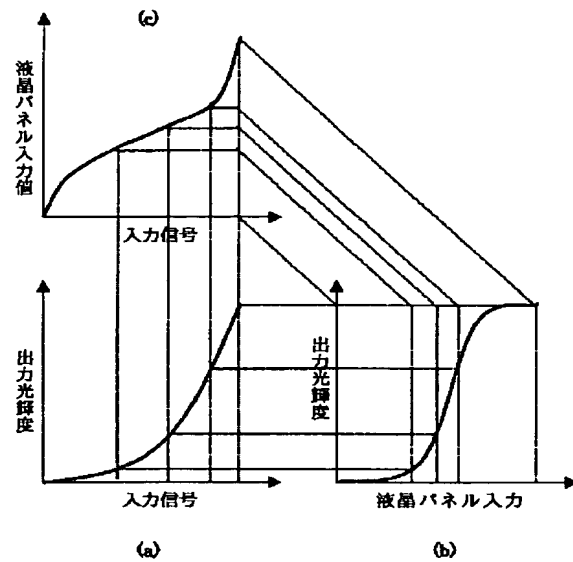
【図20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 4 N 1/60

1/46

識別記号

F I

H 0 4 N 1/40

1/46

ターマコード' (参考)

D

Z

F ターム (参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01
 CB08 CB12 CB16 CC01 CE17
 CH07 CH08
 5C066 AA03 BA20 CA08 EA13 EB02
 EC01 EE01 GA01 GB01 KA12
 KE09 KE13 KL13 KM11 KP02
 5C077 LL19 MP08 PP32 PP37 PP74
 PQ12 PQ23 SS06
 5C079 HB01 HB05 HB11 HB12 LB02
 MA04 MA11 NA03 PA05
 5C082 AA01 AA02 BA12 BA35 BB13
 BB26 BB29 BB51 CA11 CA12
 DA61 DA71 DA89 EA17 MM10